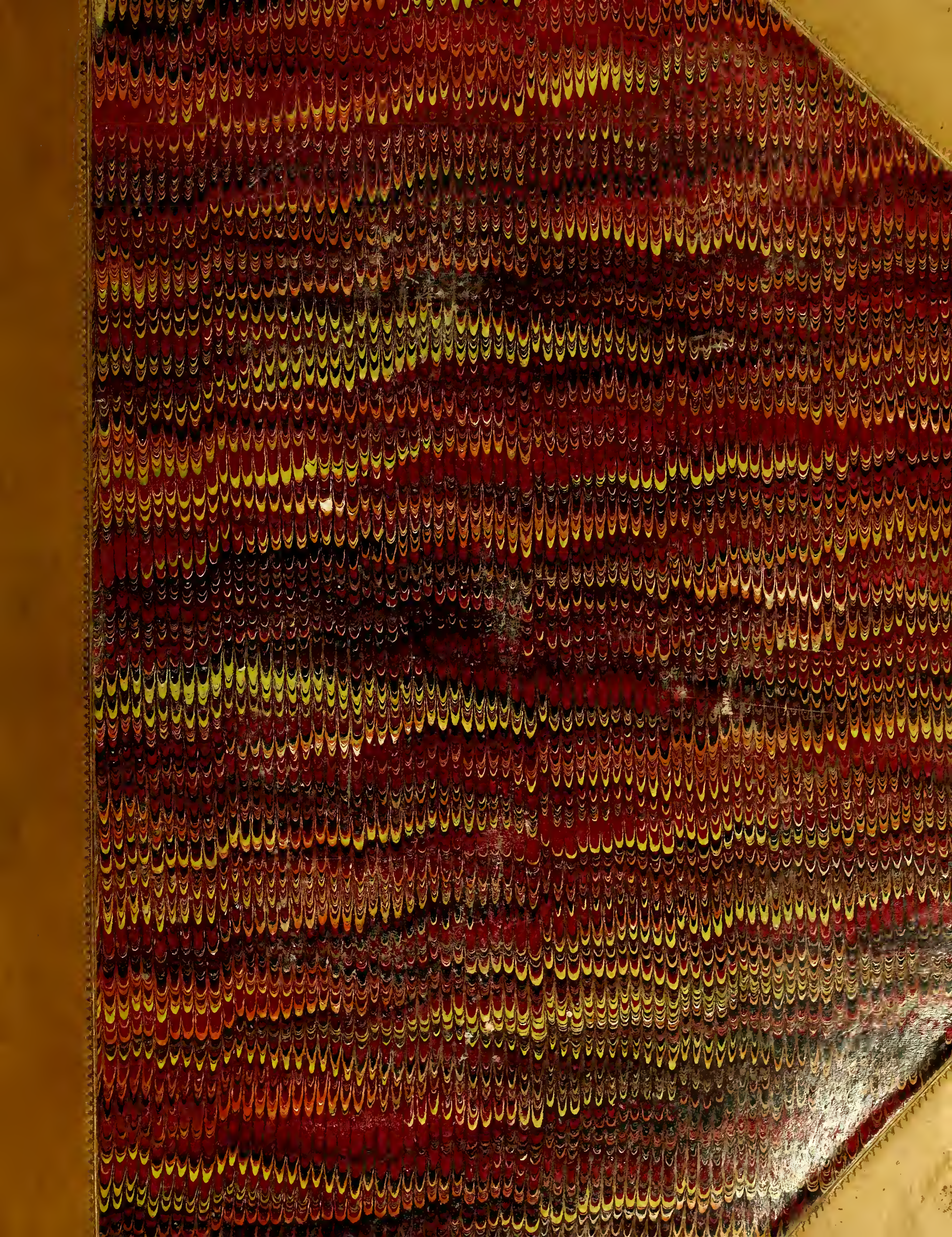


Beiträge

zur

Morphologie und Physiologie der Pilze

von

A. de Bary und **M. Woronin.**

Erster Band.

Erste, zweite und dritte Reihe.

Mit 26 Tafeln.

(Abgedruckt aus den Abhandlungen der Senckenbergischen naturf. Ges. V. u. VII. Bd.)



Frankfurt a. M.
Christian Winter.
1864—1870.

Inhalt.

I.

II.

III.

Beiträge

zur

Morphologie und Physiologie der Pilze.

Von

Dr. A. de Bary,

Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Erste Reihe:

Protomyces und Physoderma. Exoascus Pruni und die Taschen oder Narren der Pflaumenbäume. Zur Morphologie der Phalloideen. Syzygites megalocarpus.

Mit 6 Tafeln.

(Abgedruckt a. d. Abhandl. d. Senckenb. naturf. Gesellsch. V. Bd.)

Frankfurt a. M.

Heinrich Ludwig Brönner's Verlag.

1864.

Vorwort.

Die Schrift, welche ich hiermit den Botanikern vorlege, enthält eine Anzahl kleinerer Arbeiten über Bau und Lebensgeschichte einiger Pilze. Die einzelnen Arbeiten stehen insofern mit einander im Zusammenhang, als sie sämmtlich Versuche sind, durch Anwendung der gleichen Untersuchungsmethoden von verschiedenen Seiten her in die noch dunkelen Gebiete der Mycetologie einzudringen, es dürfte daher gerechtfertigt sein, wenn sie hier zu einer kleinen Sammlung vereinigt erscheinen. Ich beabsichtige, diese Sammlung von Zeit zu Zeit fortzusetzen und eine zweite Reihe von Beiträgen, welche zunächst die Lebensgeschichte einiger Pezizen bringen wird, der gegenwärtigen ersten schon bald folgen zu lassen.

Was die vorliegenden Arbeiten betrifft, so hätte ich allerdings gewünscht, manche derselben vollständiger abschliessen zu können als bis jetzt möglich war, und wenn dieses nicht geschehen ist, so liegt der Grund hiervon vorzugsweise in den zahlreichen Schwierigkeiten, welche bei Untersuchungen, wie die hier mitgetheilten, in den Weg treten. Wer diese Schwierigkeiten einigermassen kennt, der wird, hoffe ich, die Mängel meiner Arbeit entschuldigen und mir vielleicht auch zugestehen, dass es nicht übereilt ist, wenn ich sie mit ihren Lücken und unter ausdrücklicher Hervorhebung derselben, der Oeffentlichkeit übergebe.

Freiburg, im April 1864.

A. de Bary.

I. *Protomyces und Physoderma.*

Mit dem Gattungsnamen Protomyces hat Unger[1]) eine Anzahl in lebenden phanerogamen Pflanzen schmarotzender Pilze bezeichnet, welche die gemeinsame Eigenthümlichkeit haben, im Innern des Parenchyms ihrer Nährpflanze zu vegetiren und ihre Fortpflanzungszellen zwischen den Elementen des Parenchyms zu entwickeln, ohne dabei dieses nach Art der Ustilagineen gänzlich zu zerstören oder nach Art der meisten Schmarotzerpilze zum Behufe der Fructification durch die Epidermis des Wirthes nach aussen hervorzubrechen. Unger beschreibt vier Arten seiner neuen Gattung: Protomyces endogenus in Galium Mollugo L., Pr. macrosporus in Umbelliferen, Pr. microsporus in Blattstielen und Blattrippen von Ranunculus repens L., Pr. Paridis in den Stengeln und Blättern von Paris quadrifolia L. lebend. In der mit Unger's Arbeit gleichzeitig erschienenen Flora cryptogamica Germaniae (pars II, p. 192) hat Wallroth eine neue Gattung, Physoderma, aufgestellt, deren Charaktere im Wesentlichen die nämlichen sind wie die von Protomyces. Wallroth stellt in diese Gattung Unger's Pr. macrosporus als Physoderma gibbosum[2]), nebst zwei anderen Arten: Ph. maculare, die Blätter von Alisma Plantago L. und Ph. pulposum, die Stengel von Atriplex- und Chenopodiumarten bewohnend. Zu diesen sechs

---

[1]) Die Exantheme der Pflanzen (1833) p. 341.

[2]) Wallroth's Phys. gibbosum ist sowohl nach der Beschreibung, als den Wallroth'schen Originalexemplaren, welche ich durch Herrn Duby's Freundlichkeit zur Vergleichung erhalten habe, mit Pr. macrosporus Unger identisch.

älteren Arten haben Spätere einige neue hinzugefügt. Corda[3]) beschreibt einen in lebenden Blättern von Eryngium campestre vorkommenden Parasiten als Physoderma Eryngii, v. Martius[4]) einen in kranken Kartoffelknollen gefundenen Protomyces, ich[5]) habe einen in den Blättern von Menyanthes trifoliata wachsenden Protomyces Menyanthis, Fuckel[6]) einen in Stellaria media vorkommenden Pr. Stellariae beschrieben. Bonorden[7]) hat Protomyces für „einen Ustilago" erklärt und den Wallroth'schen Namen Physoderma für eine Gruppe von Uredineenformen angewendet, welche er neuerdings[8]) mit dem Namen Erannium bezeichnet. Die wirklichen Physoderma- und Protomycesformen hat Bonorden offenbar nicht gekannt. Von neueren Untersuchungen über die hier in Rede stehenden Pilze ist wenig vorhanden. Ich habe (l. c.) das Mycelium von Protomyces macrosporus und die Entwickelung der Fortpflanzungsorgane an ihm beschrieben, Caspary[9]) hat meine Resultate bestätigt. Von den anderen oben genannten Arten ist kaum mehr als die kurzen Beschreibungen bekannt, welche ihre Autoren gegeben haben.

Wie der Name Protomyces andeutet, hat man die hierher gehörenden Formen vielfach als die einfachsten Pilzbildungen betrachtet. Meine oben angeführten Untersuchungen haben dieses für Pr. macrosporus zwar nicht geradezu bestätigt, dafür aber jedenfalls erkennen lassen, dass dieser Parasit ein durch bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten ausgezeichneter ist. Hierin liegt, wie mir scheint die Aufforderung, die Entwickelungsgeschichte der Protomyces- und Physoderma-Formen einer möglichst vollständigen vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen. Die Resultate solcher Untersuchungen sollen in Folgendem mitgetheilt werden. Sie sind allerdings minder vollständig ausgefallen, als ich es gewünscht hätte, denn von den Arten, welche ich lebend untersuchen konnte (Prot. macrosporus, endogenus, Menyanthis, Physoderma Eryngii) liess sich nur von Pr. macrosporus eine einigermassen abgeschlossene Entwickelungsgeschichte feststellen, bei den anderen war es mir nicht möglich die Keimung zu beobachten. Protomyces microsporus, Pr. Paridis, Physoderma pulposum und Ph. macu-

---

3) Icon. fungor. III, p. 3 Tab. I.

4) Die Kartoffel-Epidemie der letzten Jahre. München 1842.

5) Unters. üb. d. Brandpilze p. 19.

6) Enumerat. fung. Nassov. Ser. I. (1860) Nro. 2.

7) Allgem. Mycologie, p. 38, 52.

8) Zur Kenntniss einiger etc. Coniomyceten. Halle 1860.

9) Monatsber. Berlin. Acad. Mai 1855.

lare habe ich nicht nach lebenden Exemplaren beobachten können. Von den beiden letztgenannten Arten habe ich die Wallroth'schen Originalexemplare untersucht, welche ich der freundlichen Mittheilung des gegenwärtigen Besitzers von Wallroth's Pilzherbarium, Herrn Duby verdanke. Von Protomyces Paridis und microsporus konnte ich mir, ungeachtet der freundlichen Bemühungen des Herrn Unger, auch getrocknete Exemplare nicht verschaffen, ich kann diese beiden Arten daher nur der Aufmerksamkeit anderer Beobachter und Sammler empfehlen. Was endlich Pr. Stellariae Fuck. und Pr. Solani Mart. betrifft, so sind diese von der Untersuchung und aus dem Kreise selbstständiger Pilzspecies auszuschliessen. Ersterer besteht aus nichts weiterem, als den anderweitig genauer beschriebenen Oogonien und Oosporen von Peronospora Alsinearum Caspary, wovon ich mich an Exemplaren, welche mir von Fuckel freundlich mitgetheilt wurden, überzeugt habe. Pr. Solani scheint mir nach den Abbildungen bei Martius a. a. O. (Taf. XXVIII, Fig. 19, 23, 24, 36 bis 38) gar kein Pilz zu sein. Ich habe bei der Untersuchung vieler kranker Kartoffelknollen nie eine Pilzform gefunden, welche mit den erwähnten Abbildungen Aehnlichkeit hätte, und kann in diesen nur Klumpen von Stärkekörnchen, welche von abgestorbenem braungefärbtem Zellinhalt eingeschlossen werden, vermuthen.

---

1. Entwickelungsgeschichte des Protomyces macrosporus *Unger*.

(Tafel I.)

Protomyces macrosporus[10]) bewohnt die grünen krautigen Organe einiger Umbelliferen; er ist am häufigsten auf Aegopodium Podagraria, seltener fand ich ihn auf Heracleum Sphondylium, sehr schön und reichlich auf Meum athamanticum im Schwarzwald. Er bewohnt alle krautigen Theile der Nährpflanzen, Blattstiele, Blattlamina, Stengel, Blüthenstiele und Pericarpien, und ist dem blossen Auge leicht erkennbar an flachen schwielenartigen Hervorragungen, welche er an der Oberfläche der Theile bildet. Die Schwielen haben meist längliche Form und sind in der Regel um so grösser, je stärker der Pflanzentheil ist, welcher sie trägt, am grössten, 2—3 Millimeter breit und oft

---

[10]) S. Unger, die Exantheme der Pflanzen p. 343. Meyen, Pflanzenpathologie p. 150. de Bary, Brandpilze, p. 15.

mehr als doppelt so lang an den Blattstielen von Aegopodium und Heracleum, ganz klein, kaum 1 Millimeter lang an den feinen Blattabschnitten von Meum. In der Blattlamina von Aegopodium und Heracleum folgen sie den Rippen und sind in den stärksten derselben am stärksten entwickelt. Die Schwielen sind soweit meine Beobachtung reicht die einzigen von dem Pilze bewohnten Orte der Nährpflanze; wenigstens ist es mir nicht gelungen, irgend ein Organ des Protomyces anderswo zu finden.

In Beziehung auf den Bau der Schwielen und die Entwickelung des Parasiten in denselben habe ich meinen früheren Angaben (Brandpilze, p. 18) nichts Neues hinzuzufügen. Der Pilz bewohnt stets die Intercellularräume des oberflächlichen Parenchyms, niemals fand ich ihn im Inneren der Zellen, niemals zwischen den Elementen der Gefässbündel, wenn er gleich sehr häufig in der Nähe dieser vorkömmt. Die Oberfläche der Schwielen wird immer von der unversehrten Epidermis überzogen. In solchen Schwielen, welche an ihrer geringen Dicke, weisslich-grünen Farbe und etwas durchscheinendem Ansehen als jugendlich zu erkennen sind, findet man das Mycelium des Pilzes in Form von reich und unregelmässig verzweigten dünnen Hyphen, welche durch zahlreiche Querwände in cylindrische Glieder getheilt sind, deren Länge den Querdurchmesser um das Zwei- bis Vielfache übertrifft. Die Hyphen sind mit einer zarten Membran, welche die gewöhnliche Cellulosereaction zeigt, versehen und enthalten körniges Protoplasma. Sehr früh beginnen einzelne zerstreut in der Continuität der Hyphen gelegene Zellen zu länglichen oder ovalen Blasen anzuschwellen, welche mit Protoplasma dicht erfüllt sind und, allmählich breite unregelmässige Ei- oder Kugelform annehmend, ihre Membran verdiekend und ihren körnigen Inhalt vermehrend, zu den reifen Fortpflanzungszellen heranwachsen (Fig. 1, 2). Wie schon aus den Darstellungen von Unger und Meyen hervorgeht, lassen sich leicht alle Zwischenstadien zwischen den kleinen zartwandigen Anschwellungen des Myceliums und den dicken, derbhäutigen reifen Fortpflanzungszellen finden. Man erkennt den angegebenen Sachverhalt am besten auf Längsschnitten durch junge Schwielen, besonders durch ihre innere, der Mittellinie des befallenen Pflanzentheils zugewendete Partie, und kann ohne grosse Schwierigkeit grössere Stücke des Pilzes isoliren, wenn man das Gewebe bis zum Auseinanderfallen der Zellen (am besten in Wasser) macerirt hat. Dünne Querschnitte zeigen meist nur durchschnittene Myceliumfäden und einzelne Fortpflanzungszellen verschiedenen Alters zwischen den Zellen des Nährgewebes, und geben daher den Anschein als ob die Fortpflanzungszellen frei und ohne Mycelium in den Intercellularräumen entständen.

Das in einer Schwiele enthaltene Mycelium legt in kurzer Zeit eine sehr grosse Menge der Fortpflanzungszellen an. Indem diese zu ihrer bedeutenden Grösse heranwachsen, bewirken sie einerseits starke Verdickung der Schwiele, andrerseits werden die Zellen des Nährgewebes von ihnen verdrängt und zusammengedrückt, so dass reife Schwielen auf dickeren Schnitten fast ganz aus den Fortpflanzungsorganen des Pilzes zu bestehen scheinen. Das Mycelium verliert mit der fortschreitenden Ausbildung der Reproductionsorgane allmählich sein Protoplasma, seine Fäden enthalten nur mehr wässerige Flüssigkeit und werden undeutlicher; theilweise scheinen sie ganz zu Grunde zu gehen; viele lassen sich jedoch noch bei völliger Reife aller in einer Schwiele enthaltenen Fortpflanzungszellen im Zusammenhang mit diesen erkennen. (Fig. 2).

Mit der Reife der Parasiten nimmt die ganze Schwiele eine blass bräunlich-gelbe Farbe an, sie bleibt meistens an dem Orte ihrer Entstehung fest und von der Epidermis festumschlossen sitzen, seltner löst sie sich sammt letzterer los, eine unregelmässige geschwürartige Fläche zurücklassend.

Die mehrfach erwähnten Fortpflanzungszellen, welche von den meisten Schriftstellern als Sporen bezeichnet werden, sind, ihrer weiteren Entwickelung nach, S p o r a n g i e n, sporenerzeugende Zellen oder A s c i, Sporenschläuche, zu nennen. Sie sind zur Zeit der Reife meist breit — und durch einzelne vorspringende stumpfe Ecken unregelmässig oval; selten kommen genau kugelige oder ganz unregelmässige, biskuitförmig eingeschnürte, flaschenförmige Gestalten vor. Ihr Durchmesser beträgt in der Regel $^1/_{20}$ Mm. bis $^1/_{16}$ Mm., einzelne grössere und viel kleinere findet man jedoch häufig. Sie besitzen eine farblose Membran, deren gesammte Dicke meist etwa $^1/_{220}$ Mm. beträgt und welche aus drei ineinander geschachtelten Lagen besteht, die ich, der üblichen Terminologie entsprechend, als Aussen- Mittel- und Innenhaut, Epi- Meso- und Endosporangium bezeichnen will. (Fig. 2, 3.)

Das Episporangium bildet bei weitem die Hauptmasse der Membran; es stellt eine sehr derbe, glänzende, mit dickem dunkelem Aussencontour versehene Haut dar, deren Dicke mehr als die Hälfte der oben angegebenen gesammten Mächtigkeit beträgt. Wo ein Sporangium vorspringende Ecken besitzt, da werden diese von der Aussenhaut allein oder doch vorzugsweise gebildet, diese erreicht daher an solchen Stellen oft mehr als das Doppelte der gewöhnlichen Membrandicke. Die Aussenhaut ist mehr oder minder reich und deutlich geschichtet; immer kann man wenigstens von der übrigen Masse der Membran eine scharf hervortretende bläulich glänzende innerste

Schicht und eine ganz dünne, sehr spröde und feste äusserste unterscheiden, welch letztere sich in die Seitenwand des tragenden Myceliumfadens fortsetzt.

Das Endosporangium ist eine einfache dünne, bei 300- bis 400facher Vergrösserung deutlich doppelt contourirte, zähe und elastiche Membran, welche in Wasser betrachtet gleichfalls bläulich glänzend erscheint.

Zwischen Aussen- und Innenhaut liegt eine Schichte von geringer, der Innenhaut ungefähr gleichkommender Mächtigkeit, welche sich von den beiden angrenzenden Lagen durch den Mangel des diesen eigenthümlichen Glanzes auszeichnet, sie sieht aus wie eine Schicht wässeriger Flüssigkeit; sie ist es, die ich oben Mesosporangium genannt habe.

Zerdrückt man in Wasser liegende Sporangien so erkennt man die Aussenhaut als ziemlich spröde, indem sie plötzlich entweder an einer Stelle in viele scharfwinklige, durch lange Risse getrennte Lappen zerreisst, oder in mehrere eckige Stücke getrennt wird. War der Druck nicht zu stark, so sieht man aus ihrer Oeffnung die Innenhaut oft als unversehrten weichen Sack hervorgleiten, umgeben von der Mittelhaut, welche, sobald das Episporangium geöffnet wird, in dem Wasser auf das Doppelte ihrer bisherigen Dicke aufquillt und hierdurch sehr deutlich als besondere Hautlage unterschieden werden kann: sie umgibt das Endosporangium als ein sehr durchsichtiger, durch eine zarte aber deutliche Umrisslinie umschriebener Hof.

Durch wässerige Jodlösung wird die Membran des Sporangium gelbbraun, das Episporangium zuweilen braun-violett gefärbt. Setzt man verdünnte Schwefelsäure hinzu, so wird das Episporangium sofort schön und rein dunkelblau. Ist die Säure nicht sehr verdünnt, dann quillt das Episporangium stark auf, mit Ausnahme seiner dünnen äussersten Schicht. Letztere wird entweder durch die quellende Masse allein, oder unter Mitwirkung leichten Druckes von aussen, gesprengt, und bleibt als ein erst blaues, dann braunviolett oder schmutzig-braun werdendes Häutchen zurück, während sich die quellende Masse in der umgebenden Flüssigkeit vertheilt.

Meso- und Endosporangium nehmen durch Jod und Schwefelsäure niemals blaue oder violette Farbe an; ist nach Anwendung dieser Reagentien das Episporangium geplatzt oder zerdrückt worden, so treten jene gelblich gefärbt aus dem Risse hervor. Die Mittelhaut verschwindet meistens sofort. Nur wenn man sehr verdünnte Säure anwendet bleibt sie erhalten, quillt stark auf und erscheint sehr zart- aber deutlich geschichtet. Das Endosporangium bleibt auch bei Anwendung ziemlich concentrirter Säure anscheinend unverändert.

Chlorzinkjodlösung färbt das Episporangium schmutzig-violett.

Der vom Endosporangium umschlossene Inhalt hat eine licht bräunlichgelbe Farbe; er gibt dem ganzen Sporangium und der von dem reifen Pilz erfüllten Schwiele ihre Färbung. Bei Sporangien, welche in Wasser liegen, erscheint er als eine dichte Masse, welche grösstentheils grobkörnig, nur im äussersten Umfang körnerfrei, homogen und durchscheinend ist (Fig. 2). Seltner, und wohl nicht ganz normaler Weise, liegen einzelne grosse Fettkugeln zwischen den Körnern. Der Inhalt besteht grösstentheils aus Fett, in Aether löst er sich fast vollständig, es bleibt eine geringe Menge feinkörniger Substanz zurück, welche durch Jod dunkel braungelb gefärbt wird. Das Fett selbst wird durch Jod nur schwach gelblich. Setzt man Jodlösung zu unversehrten Sporangien oder zu solchen, bei denen nach Einwirkung von Aether alles Fett in eine homogene Masse zusammengeflossen ist, so sieht man die dunkel gelbbraune Substanz in sehr unregelmässiger Weise in dem Inhalt vertheilt. Nach der Jodreaction besteht diese Substanz aus eiweissartigen Stoffen. Eine Violettfärbung derselben durch schwefelsaures Kupferoxyd und Kali konnte ich nicht erhalten. In Zucker und Schwefelsäure nimmt sie, wie ich schon früher beschrieben habe, rosenrothe Farbe an.

Eigenthümlich ist das Verhalten der Sporangien, wenn ihnen Wasser entzogen wird. An der Luft getrocknet verlieren sie ihre Turgescenz, die Membran sinkt unregelmässig hier und dort ein, der Inhalt nimmt ein ziemlich homogenes Ansehen an und ziemlich genau in seiner Mitte erscheint eine grosse Luftblase. Setzt man wiederum Wasser zu, so quillt der Inhalt schnell auf, die Luftblase wird in centripetaler Richtung kleiner und ist alsbald verschwunden.

In gleicher Weise wie beim Eintrocknen erscheint die Luftblase, wenn man zu Sporangien, welche in wenig Wasser liegen, absoluten Alkohol bringt; wird dieser entfernt und gleichzeitig durch Wasser ersetzt, so verschwindet die Luft in der vorhin angegebenen Weise. Das Nämliche tritt nach Anwendung von Chlorzinkjodlösung ein. Diese Erscheinung ist wohl nicht anders zu erklären, als dass in dem wasserreichen Inhalt der frischen turgiden Sporangien ein Gas (ob atmosphärische Luft oder ein anderes muss dahingestellt bleiben) condensirt oder gelösst ist, welches frei wird und sich expandirt sobald der Wassergehalt und damit die Spannung des Inhalts vermindert wird, und bei Herstellung der ursprünglichen Wassermenge und Spannung wieder in den früheren Zustand zurückkehrt.

Die Entwickelung der Sporangien von Protomyces beginnt, wenn die jungen Blätter und Triebe der Nährpflanze im Frühling über den Boden treten; mehr oder

minder reife Schwielen findet man den ganzen Sommer über. Ob während des Sommers eine Weiterentwickelung früh gereifter heuriger Sporangien eintreten kann, vermag ich nicht bestimmt zu entscheiden, die über diese Frage angestellten Versuche gaben ein durchaus negatives Resultat. Gewiss ist, dass wo nicht alle, doch die allermeisten Sporangien mit ihrer Reife in einen langen Ruhezustand eintreten, überwintern und im nächsten Frühling die weitere Entwickelung durchmachen. Man kann diese Weiterentwickelung füglich Keimung nennen, insofern man unter diesem Ausdruck die Fortentwickelung von Reproductionsorganen, welche einen Ruhestand durchgemacht haben, im Allgemeinen versteht.

Während des Winters findet man die mit reifen Sporangien erfüllten Schwielen reichlich an den vom Pilze bewohnten, durch den Frost mehr oder minder zerstörten Pflanzentheilen. Bringt man sie in Wasser, so sinken sie zu Boden, und während die Gewebstheile der Nährpflanze allmählich verfaulen, zeigen die Sporangien folgende Keimungserscheinungen.

Zunächst wird ihr Inhalt blasser, durchsichtiger, die groben gelblichbraunen glänzenden Fettkörner verschwinden und an ihrer Stelle tritt ein glanzloses, von sehr zahlreichen kleinen punktförmigen Körnchen durchsätes blass röthlichbraunes Protoplasma auf. Diese Veränderung des Inhaltes schreitet allmählich von der Peripherie nach der Mitte hin fort; zunächst sieht man mitten in der Protoplasmamasse eine aus den ursprünglichen Fettkörnern bestehende Kugel (Fig. 3), diese wird immer kleiner und verschwindet zuletzt vollständig. Das ganze Sporangium ist jetzt von dem röthlichbraunen Protoplasma erfüllt, so zwar dass dieses in der Mitte zu einer dichten undurchsichtigen dunkeln Masse angehäuft, im Umfange heller und durchsichtiger und hier häufig von sehr zart umschriebenen und blassen Vacuolen verschiedener Zahl und Grösse durchsetzt ist (Fig. 4). Nun beginnt das Endosporangium sich auszudehnen: es sprengt die Aussenhaut auf einer Seite, und tritt, von der Mittelhaut bekleidet, durch die Oeffnung in das umgebende Wasser (Fig. 5, 6). Die Aussenhaut liegt alsbald neben den ausgetretenen Theilen als eine leere, an der Austrittstelle durch klaffende Risse in zwei bis mehrere eckige, oft splitterig eingerissene Lappen gespaltene Blase. (Fig. 6, 7, 11 etc.) Die Mittelhaut quillt durch das Wasser stark auf, sie trägt hierdurch jedenfalls zu der Hervortreibung des Endosporangiums aus der Aussenhaut bei. Bald nach dem Austreten bemerkt man, dass sie nach einem Punkte hin stetig an Dicke abnimmt, und an diesem so dünn ist, dass sie von der Innenhaut nicht mehr mit Sicherheit unterschieden werden kann (Fig. 6, 7). Dieser Punkt liegt, mit sehr

seltenen Ausnahmen, mitten auf der dem Episporangium abgekehrten Seite, er mag der Kürze halber der Scheitel genannt werden. Vermöge ihrer weichen gallertigen Beschaffenheit bleibt die Mittelhaut, und somit auch die von ihr umschlossenen Theile, beinahe immer fest an der Oeffnung des Episporangiums haften. In späteren Entwicklungsstadien ist sie oft auf den ersten Blick nicht mehr erkennbar, sie lässt sich jedoch durch Jodlösung und verdünnte Schwefelsäure immer nachweisen bis die Keimung ihr Ende erreicht hat.

Das Endosporangium erhält nach dem Austreten sofort die Gestalt einer kugeligen Blase, deren Volumen eine Zeit lang zunimmt, wie unten genauer angegeben werden wird, während der Inhalt folgende Veränderungen erleidet. Zunächst treten rings um die dunkle centrale Protoplasmamasse zahlreiche, in zwei bis drei unregelmässige concentrische Lagen geordnete Vacuolen auf (Fig. 6, 7), welche allmählich zu einer Schichte grosser Vacuolen zusammenfliessen (Fig. 8). Diese liegen zwischen der centralen Masse und einer dünnen wandständigen Schichte des Protoplasma, sie werden von einander getrennt durch dicke Protoplasmastreifen und Platten, welche von der centralen Masse strahlig in die wandständige Schichte verlaufen (Fig. 8). Durch jene Streifen strömt nun allmählich das ganze centrale Protoplasma in die wandständige Schicht über; diese wird stetig dicker, während jenes an Menge abnimmt, zuletzt ist alles Protoplasma wandständig, die Mitte der Blase wird von einer grossen, mit klarer wässeriger Flüssigkeit erfüllten Höhlung eingenommen (Fig. 9, 11). Die wandständige Protoplasmaschicht ist nach dem Verschwinden der centralen Masse ungleichmässig vertheilt, ihre Innenfläche springt an vielen Stellen in Form breiterer oder schmälerer anastomosirender Wülste vor, die ein grobes unregelmässiges Netz darstellen. In ihrem Innern sind hie und da noch kleine Vacuolen eingeschlossen. Allmählich verschwinden diese Unregelmässigkeiten, die Innenfläche glättet sich, die ganze Schicht erhält fast überall gleiche Dicke, und allenthalben durchaus gleichmässige Structur, nur hie und da bleiben kleine runde Vacuolen (Fig. 9—13). Je näher sie diesem Stadium der Entwickelung kömmt, desto durchscheinender, heller wird sie und desto mehr tritt in ihr eine sehr feine und blasse netzförmige Zeichnung hervor. Unmittelbar nach Bildung der wandständigen Schicht sind nämlich die Körnchen des Protoplasma in einfache kurze Reihen geordnet, welche sowohl in der Richtung der Oberfläche als des Radius des Sporangiums zu einem feinen engmaschigen Netze verbunden sind (Fig. 9, 11, 13, 14 *a*). Die Maschen werden ausgefüllt von durchscheinender, soweit ich es unterscheiden konnte völlig homogener Protoplasmamasse, welche ich in Folgendem kurz die homogene Sub-

stanz nennen will. Bald sieht man nun die Seiten der Maschen breiter, letztere dagegen enger werden, indem die Körnchen zu mehrreihigen Streifen zusammenrücken (Fig. 10, 12, 14 *b*). Die Dicke der gesammten Protoplasmaschicht nimmt dabei etwas ab. Die Körnchen sind einander jetzt sehr genähert, so dass man sie leicht übersehen und meinen kann, das Netz sei aus einer structurlosen Masse gebildet. Endlich zerfällt das ganze Netz mit einem Male in unzählige kleine Stücke, indem die Körnchen in ungefähr ebensoviele Gruppen zusammenrücken, als bisher Maschenseiten vorhanden waren (Fig. 14 *c*). Diese Körnchengruppen sind die Anfänge der Sporen. Sie erhalten alsbald schärferen, wenngleich immer sehr zart bleibenden Umriss (Fig. 15) und nehmen allmählich die Form kurz cylindrischer Stäbchen an, während die Körnchen, aus welchen sie zuerst bestanden, zu einer gleichförmig-trüben Masse zusammenfliessen. Die homogene Substanz nimmt an diesen Vorgängen keinen oder doch nur geringen Antheil. Die Körnerhäufchen und jungen Sporen sind ihr eingebettet, zwischen denselben findet man sie in Form schmaler Streifchen.

Kaum ist die Sporenbildung vollendet, so beginnt die gesammte Sporenmasse sich von der Sporangiumwand loszulösen und zu einem dichten rundlichen Ballen von viel kleinerem Durchmesser als das Sporangium zusammenzuziehen. Die in der centralen Vacuole enthaltene wässerige Flüssigkeit tritt hierbei allmählich zwischen die Wand und den Ballen. Letzterer ist von Anfang an so gestellt, dass seine eine Seite dem Scheitel des Sporangiums fest anliegt (Fig. 16—19). Die homogene Substanz zieht sich mit den Sporen von der Wand zurück, aber langsamer. Man sieht sie, wenn jene schon vollständig zusammengehäuft sind, in Form zahlreicher strahlig convergirender fadenförmigen Streifen oder Strömchen von der Wand zu dem Ballen verlaufen (Fig. 16, 17). Jene fliessen jedoch in letzteren nach und nach vollständig über, und nun dauert es nicht lange, so ist alle homogene Substanz verschwunden (Fig. 18, 19) — ob zur Ausbildung der Sporen verwendet oder anderweitig aufgelöst ist nicht zu entscheiden. Die Sporen sind nur mehr von wässeriger Flüssigkeit umgeben. Sie zeigen jetzt sehr deutlich eine schon beim Beginne der Zusammenballung wahrnehmbare zitternde und oscillirende Bewegung, der Umriss des Ballens ändert sich in einem fort, indem einzelne Sporen zwischen den andern hervortreten und wieder verschwinden.

Bei diesen Vorgängen bleibt eine zarte als Primordialschlauch zu bezeichnende Protoplasmaschicht, welche die Membran allenthalben bekleidet, unbetheiligt. Dieselbe stellt eine dünne feinkörnige Haut dar, welche durch Jod gelb gefärbt wird und auf

Zusatz von Schwefelsäure zusammengeschrumpft. In den folgenden Entwickelungsstadien theilt sie das Schicksal der von ihr ausgekleideteten Cellulosemembran. Diese letztere wird, sobald der Sporenballen gebildet ist, an ihrem Scheitel dünner als im übrigen Umfange, jener wird bald nur von einer einfachen Umrisslinie begrenzt (Fig. 16—18).

Während diese Veränderungen in seinem Innern vorgehen nimmt das Sporangium, welches die Form einer kugeligen Blase stets beibehält, beständig an Grösse zu. Sein Durchmesser wächst vom Austreten an bis zur Bildung des Sporenballens um 12½ bis 16 Procent, z. B. im Verhältniss von 20 auf 27, 25 : 39, 22 : 34 u. s. w.[11]). An der Membran des Sporangiums konnte ich während der Ausdehnung eine Verminderung der Dicke nicht finden. Sobald der Sporenballen gebildet ist hört die Ausdehnung auf. Das Sporangium verbleibt in dem letztbeschriebenen Zustande einige Zeit, meistens mehrere Stunden lang, eine prall gespannte Blase, der Sporenballen immer fester wider den Scheitel gedrängt. Plötzlich platzt der Scheitel mit einem einfachen kurzen Riss, dessen Ränder sich sofort nach aussen rollen und aus welchem im Momente des Aufplatzens die ganze Sporenmasse hervorgeschleudert wird. In demselben Augenblick hat sich die geöffnete Membran zu einem Umfang zusammmengezogen, welcher den des anhaftenden Episporangiums nur wenig übertrifft, also dem zu Anfang der Keimung vorhandenen ungefähr gleich ist. Die Membran wird dabei fein gerunzelt und an der dem Scheitel entgegengesetzten Seite tief eingedrückt (Fig. 20, 21). Die Ejaculation der Sporen geschieht mit solcher Gewalt, dass die leeren Membranen heftig und oft weit aus dem Gesichtsfelde des Mikroskops weg zurückgeschleudert werden. Die Sporen selbst bleiben dabei entweder zusammengeballt oder werden in einem Strahl hervorgespritzt, sie verhalten sich durchaus passiv.

Der Mechanismus der Ejaculation ist aus den beschriebenen Erscheinungen deutlich zu erkennen. Die Membran des Sporangiums ist, wie ihre plötzliche Zusammenziehung beim Platzen zeigt, in hohem Grade elastisch. Sie folgt der Ausdehnung des Inhalts bis zur Bildung des Sporenballens, wie es scheint durch fortdauerndes Flächenwachsthum. Mit Vollendung des Ballens hört dieses auf; die Vermehrung der Inhaltsflüssigkeit dauert aber fort, und diese muss daher auf die Membran einen steigenden Druck ausüben. Letzteres geht deutlich aus folgender Beobachtung hervor. Wenn man die Blase bald nach Bildung des Ballens und vor ihrem spontanen Auf-

---

[11]) Die obigen Zahlen sind Theile eines Ocularmikrometers, deren Werth = $^1/_{450}$ Mm. ist.

reissen künstlich sprengt (was am besten durch vorsichtige Berührung mit einer Nadel bewirkt wird) so zieht sich die Membran gleichfalls zusammen, die Ejaculation erfolgt aber minder kräftig und vollständig, eine Mehrzahl von Sporen bleibt in der Blase zurück und niemals tritt eine derselben später selbstständig aus. Bei der normalen Entwickelung leistet die Membran dem steigenden Drucke des Inhalts eine Zeit lang Widerstand, zuletzt wird sie aber durch denselben an ihrer zärtesten Stelle, dem Scheitel, gesprengt und indem sie sich in demselben Augenblick in Folge ihrer Elasticität stark zusammenzieht, wird der grösste Theil des Inhalts aus dem Riss hervorgeschleudert. Auf welche Weise die wässerige Flüssigkeit nach Bildung des Sporenballens vermehrt wird, verdiente genauer untersucht zu werden. Da die ganze Reihe von Erscheinungen in reinem Wasser vor sich geht, so liegt es auf der Hand zuerst an eine endosmotische Wasseraufnahme zu denken. Es fragt sich aber auch, ob und wie die sich auflösende homogene Substanz hierbei betheiligt und ob vielleicht gerade ihr die Function zukömmt, die Ejaculation auf eine oder die andere Weise zu bewirken. —

Die Zeit, welche die beschriebenen Entwickelungsvorgänge vom Ausschlüpfen bis zur Ejaculation erfordern, beträgt mehrere Stunden. Das Ausschlüpfen des Endosporangiums aus dem platzenden Episporangium habe ich nur einmal direct beobachtet, es erforderte 1 St. 45 Min. In demselben Falle war 12 Stunden nach vollendetem Ausschlüpfen der Sporenballen gebildet, aber die Ejaculation noch nicht erfolgt. Die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht durch Wanderung der centralen Masse erforderte in den beobachteten Fällen 1 — 1½ Stunde; von da bis zur vollendeten Bildung der Sporen dauerte es 1¼ bis 5 Stunden, von diesem Stadium bis zur vollendeten Zusammenballung 20 Min. bis 1½ St., von da bis zur Ejaculation ¾ bis 4½ St. Nach diesen Daten würde die Entwickelung im günstigsten Falle 3 bis 3½ Stunden nach vollendetem Ausschlüpfen fertig sein können; in allen beobachteten Fällen dauerte sie jedoch länger, indem wenigstens ein Stadium mehr als das obiger Schätzung zu Grunde gelegte Minimum von Zeit erforderte. —

Ueber die leeren Membranen ist nichts Weiteres zu berichten, sie werden allmählich zersetzt.

Die ejaculirten Sporen vertheilen sich gleichmässig in dem umgebenden Wasser. Sie zeigen dabei dieselbe schwache oscillirende Bewegung, von welcher schon oben die Rede war; nach kurzer Zeit hört diese ganz auf.

Die ejaculirten Sporen (Fig. 22) haben die Gestalt cylindrischer, an beiden Enden abgerundeter, zuweilen etwas gekrümmter Stäbchen, $\frac{1}{450}$ Mm. lang, halb so breit, mit

zartem Umriss und blassem trübem Inhalt, in welchem ein dunkleres rundes oder längliches Körnchen (Kern?) liegt. Jod färbt sie gelb. Die Sporen sind zunächst alle frei. Sehr bald nach der Ejaculation aber tritt ein eigenthümlicher Copulationsprocess ein (Fig. 23 — 25). Sie nähern sich einander paarweise auf eine ihrem Querdurchmesser etwa gleichkommende Strecke; nach einiger Zeit sieht man jedes Paar durch einen feinen Streifen verbunden, der auch bei sehr starker Vergrösserung nur als eine einfache Linie erscheint, und dessen erste Entstehung ich nicht deutlich erkennen konnte. Der Streifen wird bald breiter und erscheint zuletzt als ein Canal, dessen Weite dem Querdurchmesser der Sporen wenigstens gleichkömmt und welcher die Lumina beider miteinander verbindet. Schon 3—4 Stunden nach der Ejaculation, manchmal wie es scheint noch früher, ist die Copulation bei fast allen Sporen fertig. Je nachdem die Längsachsen eines copulirenden Paares parallel liegen oder in einer oder verschiedenen Ebenen liegend sich schneiden, erhält die Doppelspore die Gestalt eines H oder T, oder unregelmässige Form; die H-Form ist die häufigste. Mit und nach der Copulation werden die Hälften der Doppelspore oft mehr oval und dehnen sich bis auf das Doppelte ihrer ursprünglichen Grösse aus. Wie der beschriebene Process zu deuten, in welche Beziehungen er zu der Copulation der Conjugaten oder der leiterförmigen Verbindung der Sporen von Tilletia zu bringen sei, muss wie mir scheint noch dahin gestellt bleiben. —

Mit der Copulation schliessen sich die Veränderungen, welche man an den im Wasser cultivirten Sporangien beobachtet, ab. Sind die Culturen rein, besonders von grösseren Infusorien, welche die Sporen begierig fressen, frei, so häufen sich in dem Wasser grosse Mengen copulirter Sporen an, ohne je eine Spur von Weiterentwickelung zu zeigen. In reinen Wassertropfen auf Objectträgern konnte ich die Sporenpaare 6 bis 8 Tage lang anscheinend völlig gesund und lebenskräftig erhalten, aber nie überschritten sie das Entwickelungsstadium, welches sie wenige Stunden nach der Ejaculation erreicht hatten.

Es fragt sich daher, was unter anderen Bedingungen aus den copulirten Sporen wird, und am nächsten liegt es hier nach den Erscheinungen zu fragen, welche sie zeigen, wenn sie auf eine Nährpflanze des Protomyces gelangt sind.

Keimende Sporangien, in kleinen Wassertropfen auf jugendliche Blattstiele von Aegopodium Podagraria gebracht, entleerten die Sporen reichlich, diese zeigten die gewöhnliche Copulation. Vier bis sechs Tage nach der Aussaat fand ich in den Zellen der abgezogenen Epidermis der besäeten Stellen mehrmals dünne, in 2 bis 3 Zweige

getheilte Fäden. Ein Ende eines solchen Fadens sass immer der Aussenwand einer Epidermiszelle fest an, entweder in ihrer Mitte oder an der Kante, in welcher sie mit einer Seitenwand zusammenstösst. Von hier aus lief der Faden gegen die Innenwand der Epidermiszelle, die Enden seiner Zweige lagen auf oder unter dieser. Die Fäden waren sehr fein, nicht dicker als die Wände der Oberhautzellen, homogen-trübe. Jod färbte sie gelb. Einen Zusammenhang ihres äusseren, d. h. der Aussenwand ansitzenden Endes mit einer aussen befindlichen Spore oder deren leerer Haut konnte ich niemals auffinden. Häufig suchte ich überhaupt nach den Fäden vergebens. An den ziemlich zahlreichen Spaltöffnungen des Blattstiels konnte ich nie eine Spur des Eindringens von Sporen oder Keimen finden.

Nach diesen bei der Kleinheit und Zartheit der Sporen ziemlich unsicheren Beobachtungen allein müsste es zweifelhaft bleiben, ob die Sporen auf der Nährpflanze Fäden treiben, welche in diese eindringen, und ob die erwähnten in den Epidermiszellen beobachteten solche Keimfäden waren oder zufällige, vielleicht abnorme Bildungen der Oberhautzellen selbst. Andere Versuche geben jedoch bestimmteren Aufschluss hierüber und zeigen, dass sich aus den Sporen Pilzfäden entwickeln, welche durch die Epidermiszellen in das Parenchym der Nährpflanze eindringen und hier unmittelbar zu dem Mycelium des Protomyces heranwachsen. Ich will zunächst den Gang der Versuche vollständig beschreiben.

I. Im December werden 8 Rhizomstöcke von Aegopodium nach Entfernung der alten abgestorbenen Blätter in einen Blumentopf gepflanzt und in's Warmhaus gestellt. Bis zum 20. December sind 7 Blätter über den Boden getreten, und zwar Blatt 1 und 2 zusammen aus einem starken im Boden steckenden Rhizome, Blatt 3 und 4 zusammen aus einem dünnen, auf dem Boden liegenden, Blatt 5, 6, 7 je aus einem besondern Rhizome. Blatt 1, 2, 5, 6 und 7 wurden am 20. Decbr. mit einer Quantität keimender Protomycessporangien besäet und zwar auf die ebene Oberseite des Blattstiels, dicht über dem Boden. Sie wurden durch Begiessen des letzteren und Ueberdecken einer Glasglocke feucht erhalten. Ebenso wurden keimende Sporangien auf das Rhizom, welches Blatt 3 und 4 trug, gebracht. Nach einigen Tagen wurde die Glasglocke weggenommen und der Topf im Zimmer einer gewöhnlichen Cultur unterworfen.

Am 26. Januar sind die sieben Blätter anscheinend gesund, aber Blatt 2 zeigt am Grunde des Blattstiels fünf weissliche auf einer etwa 2 Cm. langen Strecke beisammenstehende Flecke, von denen drei deutlich angeschwollen und vom Ansehen junger Protomycespusteln sind, zwei als kleine Punkte erscheinen. Das Mikroskop zeigte in allen

fünfen kräftig entwickelten Protomyces, wie unten noch näher beschrieben werden wird. Am 30. Januar sind am Petiolus von Blatt 5, 1 Mm. über dem Boden, drei junge, den auf Blatt 2 gefundenen gleiche Protomycesschwielen sichtbar. Zu Anfang Februars wurden Blatt 1 und 2 mit ihrem Rhizom und Blatt 3 behufs der anatomischen Untersuchung weggenommen. Von den besäeten Blättern blieben also noch 5, 6 und 7; ferner blieb das nicht besäete Blatt 4. Ein neu getriebenes 8tes Blatt wurde jetzt ebenfalls noch in der angegebenen Weise mit Protomyces besäet. Bis zum April mussten nun die Beobachtungen unterbrochen werden, die Pflanzen wurden im Zimmer weiter cultivirt und erhielten keine neue Protomyces-Aussaat. Am 23. April haben die noch übrigen 7 Rhizome zusammen 19 Blätter, von denen eines welk, die übrigen frisch und gesund sind. Vier von diesen 19 haben an der Basis des Petiolus Protomyces-Schwielen, und zwar gehören zwei von den vieren (deren eines das welke ist) einem und demselben Rhizom an, als dessen einzige Blätter, das dritte ist das unterste (älteste) eines dreiblättrigen, das vierte das zweitälteste Blatt eines dreiblättrigen Sprosses. Die Cultur wurde noch mehrere Wochen fortgesetzt, aber es erschien kein neuer Protomyces. In wieweit die vier Protomyces tragenden Blätter den oben mit 5, 6, 7, 8 und 4 bezeichneten entsprechen, war wegen der fast zweimonatlichen Unterbrechung der Beobachtungen nicht zu entscheiden.

II. Fünf Rhizomstücke des Aegopodium, in gleicher Weise wie die von I. behandelt, haben am 12. Februar je ein junges Blatt über den Boden getrieben. Diese Blätter werden sämmtlich mit keimenden Protomyces - Sporangien nach Art wie I. besäet, die Pflanzen wie I. cultivirt. Bis zum 23. April sind 13 Blätter entwickelt. Die von zwei Rhizomen sind frei von Protomyces. Von den andern drei Rhizomen hat je das unterste, älteste Blatt, welches im Februar besäet worden war, schöne Protomyces - Schwielen; zwei nur an der Basis des Blattstiels, das dritte auf dem ganzen Stiel und der Lamina. Alle übrigen Blätter sind und bleiben auch ferner frei davon.

III. Gleichzeitig mit II wurden einige Aegopodium - Rhizome in einen besonderen Topf gepflanzt, durchaus wie I und II cultivirt, aber nie mit Protomyces - Sporangien besäet. Bis hoch in den Sommer blieb der Topf in Cultur, alle in ihm entwickelten Blätter blieben von Protomyces oder sonstigen Pilzen frei.

An dem Platze, wo die Aegopodium-Pflanzen für II und III hergenommen waren, fand sich in den Jahren, wo die Versuche gemacht wurden, kein spontaner Protomyces.

IV. Gleichzeitig mit I und auf die nämliche Weise, wurden die jungen Blätter von zwei Stöcken des Anthriscus cerefolium mit keimenden Protomyces-Sporangien sehr reich-

lich besäet. Der eine Stock starb bald ab, der andere wuchs gesund weiter, hatte Anfangs Mai reife Frucht und blieb ohne jegliche Spur von Pilzbildungen.

Aus diesen Versuchen geht zunächst hervor, dass Protomyces an den Stellen seiner Nährpflanze (Aegopodium) erscheint, auf welche man seine Sporen gebracht hat.

Untersucht man die ganz jungen Anfänge des Pilzes, welche, wie auf dem Blatt 2 des Versuchs I, in Form weisser punktförmiger Flecke erscheinen, so sieht man das Mycelium reichlich zwischen Oberhaut und äusserster Schicht des Parenchyms ausgebreitet und von hier aus in die Intercellularräume der tiefer liegenden Parenchymschichten hinabsteigend. Schon sehr früh beginnt an den zwischen Epidermis und Parenchym befindlichen Theilen des Pilzes die Bildung der Sporangien; erst später treten sie in den tiefern Schichten auf. An der mit der darunter liegenden Parenchymschicht abpräparirten Oberhaut eines der weissen Fleckchen von Blatt 2 fand ich (s. Fig. 26) an einem Punkte einen starken kurzen Pilzfaden in der Epidermis selbst. Er stiess an die Aussenwand dieser, oder schien vielmehr derselben fest angewachsen zu sein mit einer ziemlich breiten kreisförmigen Endfläche (*p*). Diese lag so dicht an einer Kante zwischen Aussen- und Seitenwand zweier Zellen, dass es kaum sicher zu entscheiden war, ob der Faden in der einen Zelle verlief, oder sich zwischen beiden hindurchdrängte. Mit grösster Leichtigkeit liess sich der Faden durch Veränderung der Einstellung des Mikroskops bis zur Innenwand der Oberhautzellen verfolgen, diese durchbohrte er, um unterhalb derselben zu einer kugeligen Blase anzuschwellen, von welcher nach zwei Seiten hin reich verzweigte, unter der Epidermis verbreitete und in die tieferen Gewebslagen eintretende Myceliumfäden entsprangen. Einer dieser letzteren zeigte unmittelbar an die Blase anstossend schon ein junges Sporangium mit dicht körnigem Inhalt; die Blase selbst enthielt nur wenig Protoplasma. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass jener die Epidermis quer durchsetzende Faden von Aussen eingedrungen und aus den aufgesäten Sporen entstanden ist, dass diese also, auf die Nährpflanze gelangt, Hyphen treiben, welche durch die geschlossene Epidermis eindringen, unter dieser sofort zum Mycelium des Protomyces heranwachsen, welches sich dann gegen die Mitte des befallenen Pflanzentheils sowohl wie in der Fläche ausbreitet und alsbald überall neue Sporangien entwickelt.

Unser Protomyces schliesst sich somit den zahlreichen, durch die geschlossene Oberhaut eindringenden Endophyten an, welche ich an einem andern Orte beschrieben habe[12]).

---

[12]) Annales des sciences natur. 4e Série, Tom. XX.

Er unterscheidet sich von allen diesen aber dadurch, dass er die Anfänge seiner Myceliumfäden niemals unter alleiniger Einwirkung von Feuchtigkeit und Wärme austreibt, sondern hierzu eines bestimmten Bodens, nämlich der Nährpflanze selbst bedarf.

Gleich vielen anderen Endophyten dringt Pr. macrosporus nur in wenige Species von Nährpflanzen ein, oder kommt doch nur in wenigen zur Ausbildung. Dies zeigt sein auf die drei oben genannten Umbelliferen-Arten beschränktes spontanes Vorkommen, und die negativen Resultate obiger Aussaat auf Cerefolium stimmen damit überein.

In der genannten Abhandlung habe ich gezeigt, dass manche endophyte Pilze ihr Mycelium von dem Orte wo es eingedrungen ist durch die ganze Nährpflanze oder doch einen grossen Theil derselben verbreiten, und dass dieses in vielen Fällen in den ausdauernden Theilen der Nährpflanze perennirt; während andere eine begrenzte Verbreitung und Dauer haben. Nach den angeführten Culturversuchen, bei welchen immer nur die Blätter oder die Punkte derselben den Protomyces trugen, welche direct besät worden waren, gehört dieser zu den Endophyten mit begrenzter Verbreitung in der Nährpflanze. Auch konnte ich, wie schon oben angegeben wurde, in letzterer niemals das Mycelium des Parasiten an Orten nachweisen, welche von den sporangientragenden Schwielen entfernt waren, zumal nie in den Rhizomen. Dass Pr. macrosporus nicht zu den perennirenden Endophyten gehört, folgt hieraus von selbst.

Das häufige Vorkommen des Protomyces zumal auf Aegopodium und Meum wird, nachdem einmal die Keimung seiner Sporangien und das Eindringen seiner Keime in die Nährpflanze festgestellt ist, vollständig durch das Verhalten der reifen Sporangien während des Winters und folgenden Frühlings erklärt.

Wie schon oben erwähnt, bleiben wo nicht alle, doch jedenfalls die weitaus überwiegende Mehrzahl der Sporangien in dem Sommer, in welchem sie gereift sind, unverändert, sie überwintern. Sie können dabei jedenfalls starke Kälte ertragen. Nach dem Winter 1860—61, in welchem in hiesiger Gegend die Lufttemperatur während des Januars oft auf — 14° bis — 15° R. gesunken war, bei kaum nennenswerther Schneedecke, waren die im Freien überwinterten Protomycessporangien allgemein leicht zur Keimung zu bringen. Die Keimung tritt am leichtesten und schnellsten im Frühling ein. Sporangien, welche Anfangs November 1860 nach Eintritt der Winterfröste auf Aegopodium gesammelt und sofort im geheizten Zimmer in Wasser gebracht worden waren, zeigten am 2. Dezember die ersten Keimungen. Andere an demselben Standorte wie die ersten den 25. Januar 1861 bei Thauwetter gesammelte keimten im Zimmer am 5. Februar. Eine Portion, welche im Februar an aufthauenden alten

Aegopodiumblättern gesammelt und dann trocken aufbewahrt worden war, wurde am 23. Mai in Wasser gebracht: schon am 27. Mai viele Keimungen. Die Keimung geht mit derselben Leichtigkeit wie in mit Wasser gefüllten Gefässen, auch auf nasser Erde, nassem Sande, feuchtem Löschpapier vor sich. Sie tritt in beiden Fällen keineswegs gleichzeitig bei allen Sporangien einer Schwiele ein, vielmehr kann man in einer Cultur oft wochenlang (z. B. vom 2. December bis zum 27. Januar) tagtäglich neue Keimungen beobachten. Auch die Ejaculation findet nicht nur im Wasser, sondern auch auf nur feuchter Unterlage statt, die Sporen werden hier bis auf eine Entfernung von 1—2 Cm. senkrecht nach oben geschleudert. Befestigt man eine angefeuchtete Glasplatte etwa 1 Cm. über den auf feuchtem Boden keimenden Sporangien, so findet man auf ihr nach kurzer Zeit einzelne Gruppen, und nach etwa 12 Stunden eine ungeheure Anzahl ejaculirter und copulirter Sporen. Nach allen diesen Daten müssen die ersten Keimungen im Freien an den ersten warmen und nassen Frühlingstagen, also gleichzeitig mit dem Hervorkommen der ersten Blätter und Laubstengel aus dem Boden eintreten und in der späteren Frühlingszeit bei feuchter Witterung immer neue den ersten folgen. Hunderte von Sporangien sind in jeder Schwiele enthalten und Hunderte von Sporen entstehen in jedem Sporangium; es liegt daher auf der Hand, dass von einer reifen Schwiele aus viele junge Blätter und Triebe mit Protomyces besäet werden können. Und der Umstand, dass oft grosse und viele beisammen stehende Stöcke von Aegopodium und Meum ganz mit Protomycesschwielen bedeckt sind, bedarf keiner besonderen Erklärung wenn man bedenkt dass genannte Pflanzen perenniren und dass ihre vorjährigen, die reifen Sporangien des Parasiten tragenden Blätter in unmittelbarer Nähe der im Frühling über den Boden tretenden Laubtriebe liegen. —

Eine andere Form von Fructificationsorganen als die beschriebenen besitzt Protomyces macrosporus, soweit meine Untersuchungen wenigstens reichen, nicht. Caspary hat (a. a. O.) die Vermuthung ausgesprochen, Protomyces macrosporus gehöre in den Entwicklungskreis der Peronospora Umbelliferarum Casp., und seine Sporangien entsprächen den Organen, welche Caspary bei Peronospora densa und Peronospora pygmaea untersucht und Sporangien genannt hat; und auch mir (S. Bot. Ztg. 1859, p. 404) schien manches hierfür zu sprechen, zumal der Umstand dass Protomyces und Peronospora nicht selten auf einem und demselben Blatte von Meum oder Aegopodium mit einander vorkommen. Die scheinbare Aehnlichkeit zwischen den Organen von Protomyces und Peronospora, durch welche jene Vermuthung begründet werden sollte, reducirt sich aber bei genauerer Betrachtung auf das Blauwerden ihrer

Zellmembranen durch Jod und Schwefelsäure. Das Mycelium der P. Umbelliferarum besteht aus weiten querwandlosen und mit zahlreichen bläschenförmigen Haustorien an die Zellen der Nährpflanzen befestigten Schläuchen, es ist also dem des Protomyces, welches oben beschrieben wurde, durchaus unähnlich. Die sogenannten Sporangien der Peronospora densa und pygmaea scheinen allerdings nach Caspary's Beschreibung ähnlichen Bau wie die von Protomyces zu haben, allein bei genauerer Untersuchung erweisen sie sich von diesen durchaus verschieden. Sie bestehen, wie ich anderwärts[13]) nachgewiesen habe, zur Zeit der Reife aus einer kugeligen Fortpflanzungszelle, welche von einer aus Cellulose gebildeten (durch Jod und Schwefelsäure blau werdenden) Innenhaut und einer derben bräunlichgelben Aussenhaut bekleidet, und in eine derbwandige kugelige Blase (Mutterzellhaut) locker eingeschlossen sind. Die Fortpflanzungszelle entwickelt sich in Folge einer geschlechtlichen Befruchtung durch eine Antheridie, ist daher als Oospore, die Blase von der sie eingeschlossen wird als Oogonium zu bezeichnen. Perónospora Umbelliferarum Casp. hat Oogonien und Oosporen, welche, abgesehen von Speciesunterschieden, den nämlichen Bau besitzen wie bei den von Caspary untersuchten Arten und gleich den entsprechenden Organen dieser mit den Sporangien von Protomyces nur oberflächliche Aehnlichkeit zeigen[14]). Wie hiernach zu erwarten und durch zahlreiche Culturversuche festgestellt ist, entsteht denn auch niemals Protomyces aus der Aussaat von Peronospora oder umgekehrt.

2. Protomyces endogenus.

(Taf. II. Fig. 8—10.)

Ausser der Beschreibung und Abbildung, welche Unger 1833 von dem in der Ueberschrift genannten, durch Rabenhorst (D. Krypt. Fl.) in Pr. Galii umgetauften Pilze gegeben hat, und einigen mehr oder minder misslungenen Reproductionen derselben sind mir keine Arbeiten über diesen Parasiten bekannt. Derselbe ist bis jetzt ausschliesslich in dem Galium Mollugo gefunden worden. Die von dem Pilze bewohnten Exemplare dieser Pflanze zeichnen sich meistens durch ein eigenthümliches, von Unger vortrefflich beschriebenes Ansehen aus. Alle Internodien sind abnorm kurz, halb oder nur

---

13) Ann. sc. nat. 4e. Série Tom. XX. (pl. VII, fig. 9.)

14) Vgl. die citirte Abhandlung pl. IV, Fig. 15.

viertels so lang und oft dicker wie normale, und von bläulich schwarzer nur an den Kanten grüner Farbe. Die Knoten sind angeschwollen, schwarz und tragen Blätter, welche gleichfalls viel kürzer als an normalen Stöcken und meist zu beiden Seiten des Mittelnerven mit einem schwarzen Streifen versehen sind. Alle Triebe der befallenen Pflanze zeigen in der Regel diese Beschaffenheit, die Pflanze erscheint daher dicht buschig. Sie bleibt in den meisten Fällen niedrig und ganz ohne Blüthen, ich habe Stöcke beobachtet, welche den ganzen Sommer über nur 16 Cm. hoch wurden. Zuweilen erreichen jedoch Protomyces tragende Pflanzen ihre normale Höhe und bilden normale Blüthen; ob sie Frucht tragen habe ich nicht untersucht.

Durchschnitte durch ein jüngeres Internodium der befallenen Stöcke (Fig. 8) — am besten tangentiale Längsschnitte — zeigen die Intercellularräume des Rindenparenchyms und meistens auch des Markes fast sämmtlich erweitert und von dem Parasiten erfüllt. Man findet auf Längsschnitten sehr leicht sein Mycelium, das aus cylindrischen, reich verzweigten, mit Querwänden versehenen, meist etwa $\frac{1}{450}$ Mm. dicken Hyphen besteht. Die Hyphen besitzen eine zarte farblose Membran und einen ebenfalls farblosen, durch viele Fettkügelchen körnigen Inhalt. Einzelne in der Continuität der Myceliumfäden zerstreute kurze Gliederzellen schwellen früh zu elliptischen Blasen an, die anfangs eine wandständige von grossen Vacuolen durchsetzte Protoplasmaschicht umschliessen, später ganz von Protoplasma erfüllt werden, welches zuletzt durch Fettansammlung dicht und grob körnig wird, während die ganze Zelle nach und nach Bau und Grösse der reifen „Spore" annimmt (Fig. 10).

Die reifen Sporen (Fig. 9) sind in der Regel rundlich oder breit elliptisch, durch den Druck der umgebenden Theile oft hie und da abgeplattet und stumpfeckig, etwa $\frac{1}{65}$ bis $\frac{1}{60}$ Mm. gross. Schmal elliptische (z. B. $\frac{1}{56}$ Mm. lang, $\frac{1}{80}$ Mm. breit) oder ganz unregelmässige Formen findet man zuweilen. Die Wand der reifen Spore besteht der Hauptmasse nach aus einer dicken dunkelbraunen Membran, welche in zwei Schichten, eine dunkler gefärbte äussere und eine hellere innere gesondert ist. Jene wird überzogen von einer ganz oder beinahe farblosen dünnen Haut — der primären Membran, an deren Innenfläche sich die braune während des Reifens allmählich ausbildet. In Schwefelsäure bleibt die primäre Haut lange unverändert; die braune quillt stark auf ohne dabei an Umfang merklich zuzunehmen, also unter starker Verengung des Innenraumes; sie nimmt dabei eine schmutzig schwarzbraune Farbe an und platzt zuletzt häufig mit einem unregelmässigen Querriss. Eine blaue Cellulosefärbung konnte weder bei den Sporen noch irgend einem andern Theile des Pilzes erhalten werden. Der

Inhalt reifer Sporen besteht grösstentheils aus kleinen Fettkörnchen, zwischen welchen oft ein grosser heller Kreis (Vacuole?) durchschimmert.

Um die ersten an irgend einer Stelle angelegten und reifenden Sporen herum treibt das Mycelium einige Zeit lang immer neue und neue Sporen bildende Zweige (Fig. 10). Man findet daher die Intercellularräume oft von wirren Myceliumgeflechten angefüllt, in welchen Sporen aller Entwickelungsgrade unordentlich durcheinander liegen (Fig. 8). Auf dicken Schnitten, zumal Querschnitten, können die Myceliumgeflechte leicht als unförmliche Massen einer grobkörnigen Substanz erscheinen und dieser Umstand hat Unger in seiner vor 30 Jahren erschienenen Arbeit zur Annahme einer homogenen körnigen Matrix, in welcher sich die Sporen frei bildeten, veranlasst.

In den Stengelknoten, wo er besonders reichlich aufzutreten pflegt, und in den Blättern, wo er das Parenchym an der Basis und zu beiden Seiten des Mittelnerven bewohnt, zeigt der Pilz die gleiche Beschaffenheit, welche oben beschrieben wurde. Die schwärzliche Farbe der befallenen Theile rührt von seinen Sporen her.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass Protomyces endogenus von einem Punkte aus die ganze Pflanze zu durchwuchern vermag. Man kann sein Mycelium continuirlich durch alle Theile bis in das Rhizom hinab verfolgen und in junge eben austreibende Sprosse eintreten sehen; in allen Theilen bildet es mehr oder minder zahlreiche Sporen. Ob es im Rhizome perennirt kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Die Myceliumfäden laufen vorzugsweise, doch nicht ausschliesslich der Länge der Pflanzentheile nach und bleiben überall streng intercellular, nie sah ich irgend einen Theil ins Innere der Zellen dringen.

In den älteren Theilen der befallenen Pflanze tritt allmählich die völlige Reife des Pilzes ein, alle Sporen erhalten die oben beschriebene Beschaffenheit, es werden keine neuen mehr gebildet, das Mycelium wird allmählich unkenntlich. Zuletzt vertrocknet der ganze Pflanzentheil, wobei häufig die von reifen Sporen erfüllte, von der Epidermis bekleidete Rinde des Stengels in grossen Lappen von dem Holzkörprr losspringt.

Die Keimung der Sporen konnte ich ungeachtet wiederholter Versuche nicht beobachten. Frisch gereifte und überwinterte Sporen blieben immer anscheinend unverändert, ob ich sie in Wasser oder feuchte Luft oder auf feuchten Boden brachte. Ob sie mit Recht den Namen Sporen führen, muss daher einstweilen dahingestellt bleiben.

3. Physoderma Eryngii.

(Tafel II, Fig. 11)

Physoderma Eryngii *Corda*[15]) bewohnt die frischen Blätter von Eryngium campestre. Es bildet an denselben meistens sehr zahlreiche flache bräunliche Pusteln oder Anschwellungen, die in der Regel nach beiden Blattflächen hin vorspringen, rundlich oder länglich und selten über 1 — 1½ Mm. gross sind. Wie schon Corda beschrieben hat liegen die Pusteln in den Areolen des Adernetzes, einerseits an ein Gefässbündel angelehnt oder die Areole vollständig ausfüllend.

An dem gesunden Blatte von Eryngium campestre besteht das von der Epidermis bedeckte Diachym der Areolen aus drei Gewebsschichten. Der oberen Blattfläche zugekehrt ist eine mächtige Schicht chlorophyllreichen Parenchyms, bestehend aus cylindrischen Zellen, welche mit ihrer Längsachse senkrecht zur Blattoberfläche gestellt und in ziemlich regelmässige, gleichfalls zur Blattfläche senkrechte Reihen geordnet sind. Sämmtliche Reihen sind dicht aneinander gedrängt, jede derselben aus drei bis vier Zellen gebildet. Die der unteren Blattfläche zugekehrte Schicht ist der oberen im Wesentlichen gleich, wenigstens können die vorhandenen geringen Unterschiede hier unberücksichtigt bleiben. Zwischen der oberen und unteren liegt eine Mittelschicht, welche aus drei bis vier Lagen grosser rundlicher chlorophyllarmer oder ganz farbloser und locker verbundener Parenchymzellen besteht. In dieser Mittelschicht verlaufen die feinsten, nicht über die Oberfläche vorspringenden Zweige der Gefässbündel.

Durchschnitte durch reife von dem Pilze bewohnte Pusteln zeigen den von der Mittelschicht eingenommenen Raum mehr oder minder erweitert und von den massenhaft und ordnungslos angehäuften Fortpflanzungszellen des Pilzes, welche einstweilen Sporen genannt werden mögen, grösstentheils ausgefüllt; die Zellen der Mittelschicht sind verdrängt, zusammengedrückt, oft ganz unkenntlich, zwischen der Sporenmasse findet man oft einen vertrockneten braun gefärbten Gefässbündelzweig. Die obere und untere Parenchymschicht sind durch die Erweiterung des Mittelraumes zwischen ihnen auseinander gedrängt, ohne dabei selbst an Dicke zugenommen zu haben; zwischen den zur Blattfläche senkrechten Zellreihen, aus welchen sie bestehen, liegen gleichfalls zahllose Sporen des Parasiten in regelmässige Reihen oder Doppelreihen, manchmal auch

---

[15]) Ausgegeben in Fuckels fung. Rhenan. Nro. 261.

in vielreihige längliche Gruppen geordnet, welche sämmtlich die gleiche Stellung wie die Zellreihen des gesunden Blattgewebes haben und von der Mittelschicht bis unter die Epidermis verlaufen. Die Elemente des chorophyllführenden Parenchyms sind auf den ersten Blick oft ganz unkenntlich, so sehr sind sie durch den Pilz zusammengedrückt. Bei genauerer Untersuchung findet man jedoch noch dieselben Reihen wie in dem gesunden Blatte, die einzelnen Zellen sind aber an den Seiten her stark und unregelmässig comprimirt, ihr Inhalt von der farblosen Membran zurückgezogen und hellbraun gefärbt, wovon die charakteristische Farbe der ganzen Pustel zum grössten Theil herrührt. Die Epidermis ist auf der Oberfläche der Pusteln meistens unversehrt, oft aber auch unregelmässig geborsten.

Die reifen Sporen des Pilzes sind, wie schon Corda's Abbildung zeigt, von sehr verschiedener Gestalt, im Allgemeinen rundlich, meistens mit einzelnen vorspringenden Ecken, welche nicht selten zu kurzen stielartigen Fortsätzen ausgezogen sind, versehen. Auch die Grösse der Fortpflanzungszellen ist sehr verschieden, bei den meisten mag der grösste Durchmesser $\frac{1}{45}$ bis $\frac{1}{60}$ Mm. betragen. Sie haben eine farblose oder hellgelbbraune Membran, deren Dicke dem halben Radius der Zelle gleich oder grösser ist. Die erwähnten Ecken und Fortsätze an der Oberfläche gehören immer der Membran allein an, der Innenraum ist immer von regelmässig abgerundeter kugeliger oder ovaler Gestalt. Die Membran besteht aus drei Lagen, von denen die äussere und innere ziemlich dünn, aber derb, stark glänzend sind und durch Schwefelsäure wenig aufquellen. Zwischen beiden liegt eine dicke Lage von schwach lichtbrechender Substanz, welche die Hauptmasse der Membran ausmacht. Sie hat das Aussehen gallertiger Zellenmenbranen, ist oft zart geschichtet und quillt in Schwefelsaure stark auf. Eine Blaufärbung durch die bekannten Reagentien habe ich bei keinem Theile der Membran eintreten sehen. Der Inhalt der Sporen besteht aus einer gleichförmig fein- oder grobkörnigen fettglänzenden Substanz, in seiner Mitte sah ich oft einen runden hellen Raum.

Die Entwickelung der Sporen kann man am besten an solchen Pusteln verfolgen, welche kaum über die Blattfläche hervorragen, noch nicht braun sondern grünlichgelb gefärbt sind und hierdurch ihren jugendlichen Entwickelungszustand anzeigen. Auf Durchschnitten durch dieselben findet man zunächst einzelne reife Sporen des Physoderma zwischen den theils noch mit grünem gesundem. theils schon braungefärbtem Inhalt versehenen Zellenreihen der oberen und unteren Parenchymschicht. Trennt man die einzelnen Reihen von einander, so findet man das Mycelium des Parasiten: zahlreiche feine etwas wellig gebogene und vielfach verzweigte Pilzfäden,

deren Dicke etwa $^1/_{900}$ Mm., selten mehr beträgt. Die Fäden sind sehr zartwandig, mit homogen-trübem Protoplasma erfüllt; Querwände habe ich in ihnen nicht gefunden. Sie sind durch die ganze junge Pustel reichlich verbreitet, drängen sich zwischen die Zellen der grünen Parenchymschichten und der farblosen Mittelschicht und umspinnen jene allenthalben, ohne jedoch wie die Myceliumfäden anderer Schmarotzerpilze dicke die Zellen zusammendrückende Geflechte zu bilden und ohne in die Zellen selbst einzudringen.

Es ist nun nicht schwer, ziemlich reife Sporen im Zusammenhange mit solchen Fäden und die Entwickelung jener an den letzteren zu finden. Diese Entwickelung gleicht sehr der für die Sporangien von Protomyces macrosporus bekannten. Als erstes Stadium findet man in der Continuität der Fäden kugelige Anschwellungen, anfangs noch zart und einfach contourirt, aber mit dunkler körnigem Protoplasma als der Faden selbst erfüllt. Später werden die Anschwellungen grösser, durch deutliche Querwände von dem Faden, welcher sie trägt, abgegrenzt, und mit einer derben farblosen, durch Doppellinien umschriebenen Membran versehen. In ihrem körnigen Protoplasma ist jetzt ein centraler runder heller Raum meistens sehr deutlich zu sehen. So beschaffen erhalten die Zellen nahezu die Grösse reifer Sporen und bilden sich direct zu diesen aus, indem die Membran allmählich die oben beschriebene Dicke und Structur annimmt. Die vorspringenden Ecken und stielartigen Fortsätze der reifen Sporen entsprechen ihren Insertionsstellen an den Fäden des Myceliums. Auch die halbreifen Sporen findet man oft zu Reihen oder unregelmässigen Knäueln fest vereinigt. Ob solche sich aus unmittelbar aneinander stossenden Anschwellungen eines einzigen Fadens entwickeln können oder immer mehreren dicht zusammengedrängten Fäden ihre Entstehung verdanken, konnte ich nicht ermitteln. Alle jugendliche Sporen, beren Ursprung und Insertion ich deutlich beobachten konnte, sassen einzeln in der Continuität der Fäden. Indem sich die Zahl der Sporen und wohl auch eine Zeit lang noch die der Myceliumzweige, an welchen jene fortwährend neu entstehen, peträchtlich vermehrt, werden die Räume zwischen den Zellen des Eryngiumblattes mehr und mehr erweitert und mit den Organen des Pilzes angefüllt, die Zellen selbst in gleichem Maasse zusammengedrückt, die beschriebene Structur der reifen Pusteln hergestellt. Bei den Exemplaren, welche ich untersucht habe, bildete sich der Pilz mmer zuerst in den peripherischen Schichten des Blattes und erst später in der Mittelschicht aus. In letzterer ist es auch bei ziemlich reifen Pusteln und selbst bei getrockneten Exemplaren oft leicht das Mycelium des Pilzes, seinen Zusammenhang

mit reifen Sporen und Jugendzustände der letzteren zu finden, wenn man die unordentliche Pilzmasse vorsichtig auseinanderzupft. Jedoch werden die Myceliumfäden seltener in dem Maasse als die Zahl reifer Sporen sich vermehrt; sie scheinen mit Ausbildung der letzteren zu Grunde zu gehen und aufgelöst zu werden.

Weitere Verfolgung der Entwickelungsgeschichte von Physoderma Eryngii erlaubte mir das zu Gebote stehende Material, welches ich der freundlichen Zusendung von L. Fuckel verdanke, nicht; wo ich in hiesiger Gegend Eryngium campestre erreichen konnte, war die Pflanze von dem Parasiten frei.

Die beschriebene Entwickelungsgeschichte steht mit einigen Angaben Corda's in so grellem Widerspruch, dass ich den von mir untersuchten Parasiten nimmermehr für Corda's Ph. Eryngii halten könnte, wenn nicht die Abbildungen, die genannter Autor von den reifen Sporen gibt, die Identität unserer beiden Pilzformen fast ausser allen Zweifel setzten. Wenn ich Corda's Beschreibung recht verstehe, so fasst er den Bau der Physoderma-Pusteln in folgender Weise auf. Dem in der Mittelschicht des Diachyms verlaufenden Gefässbündel sitzt eine dem Parasiten angehörende „Sporen erzeugende Zellschicht“ auf, aus kurzen aufrechten schmalen Zellchen bestehend, welche mit ihren Spitzen der Sporenmasse (die in dem zerstörten chlorophyllhaltigen Diachym der einen Blattseite liegt) zugewendet sind. „Wir glauben,“ fährt Corda fort, „dass diese Zellen die Sporen ebenso erzeugen, wie dieses bei den Aecidien geschieht.“ Nach dem, was ich gesehen habe, kann ich mir diese Angaben ebensowenig erklären, wie die zu ihrer Erläuterung dienende Figur 4; es sei denn, dass Corda nur alte Pusteln und ungeeignete Durchschnitte derselben untersucht und sich durch letztere über den richtigen Sachverhalt hätte täuschen lassen. Letztere Vermuthung erhält allerdings einige Wahrscheinlichkeit dadurch, dass Corda's Zeichnungen von dem Blattdiachym selbst mit der Natur nicht übereinstimmen.

4. Protomyces Menyanthis.

(Tafel II, Fig. 1—7.)

In meiner Arbeit über die Brandpilze (p. 19) habe ich die reifen Fortpflanzungszellen eines Schmarotzerpilzes beschrieben, welcher mir nach der Beschaffenheit dieser Organe in die Verwandtschaft von Protomyces macrosporus zu gehören schien. Neuere Untersuchungen machen es möglich, jene Beschreibung zu berichtigen und zu vervollständigen. Protomyces Menyanthis bewohnt die Blätter und Blattstiele von

Menyanthes trifoliata. Er wurde von mir 1852 einmal bei Berlin, von Fuckel[16]) im Rheingau gefunden, seit 1858 sah ich ihn alljährlich vom Juni bis October in den Torfmooren am Ufer des Titisees im Schwarzwald; an anderen Orten dieses Gebirges, wo Menyanthes reichlich wächst, habe ich ihn bis jetzt vergeblich gesucht. Die vom Pilze bewohnten Blätter sind meistens (an den Fuckel'schen Exemplaren, welche ich besitze, allerdings nicht) kleiner als normale, die Foliola oft schmal lanzettlich und nur 2 — 3 Cm. lang, häufig auch von bleicherer Farbe als gesunde Blätter. Sie zeigen auf dem Stiel und der Lamina mehr oder minder zahlreiche Flecke von brauner oder (wenn Erythrophyll in den Zellen des Blattes enthalten ist) violettbrauner Farbe, rundlicher oder länglicher Gestalt, punktförmig klein bis 1 und 2 Mm. gross. Die grösseren springen in Form flacher Pusteln nach aussen vor. Auf Durchschnitten durch solche Pusteln findet man innerhalb der unversehrten braungefärbten Epidermis die Zellen des Parenchyms mit hellbrauner Membran und geschrumpftem braungefärbtem Inhalt versehen, letzterer umschliesst die Sporen des Parasiten. Diese sind immer nur im Innern der Parenchymzellen, niemals in den weiten luftführenden Intercellulargängen enthalten (Fig. 1). Im Innern dieser Zellen werden daher auch die Jugendzustände des Pilzes zu suchen sein. Auf Durchschnitten durch junge Protomycesflecke, welche dem blossen Auge erst als kleine braune Punkte erkennbar sind, findet man die zunächst unter der Epidermis liegenden Parenchymzellen braun und in ihrem Innern reife oder reifende Sporen. Die nach Innen und seitlich angrenzenden Theile des Parenchyms zeigen dagegen ziemlich normale, unveränderte Beschaffenheit ihrer Zellen, die Membranen sind farblos, Zellkern, durchsichtiger wenig körniger Primordialschlauch, Chlorophyllkörner, klarer wässeriger Zellsaft wie in gesunden Blättern vorhanden (Fig. 2, 3). Bei hinreichend starker Vergrösserung erkennt man aber in diesen anscheinend gesunden Zellen zarte farblose Bläschen und sehr feine quer oder schräg durch die Zellenlumina verlaufende Fäden. Letztere stellen das Mycelium des Protomyces dar. Sie sind farblos, anscheinend ganz homogen, durchscheinend; Querwände konnte ich in ihnen nicht finden. Ihren Querdurchmesser ganz genau zu messen war mir nicht möglich; nach ziemlich sicherer Schätzung mag derselbe etwa $\frac{1}{1300}$ Mm. betragen. Bei solcher Beschaffenheit kann man die Fäden

---

[16]) Enum. Fungor. Nassoviae, und Fung. Rhenan. Nro. 260, als Physoderma Menyanthis Rabenh. Rabenhorst hat aber dem Pilze keinen Namen gegeben.

leicht mit Protoplasmaströmchen verwechseln; allein auch abgesehen von ihren nachher zu erwähnenden Eigenthümlichkeiten, erkennt man bei genauerer Untersuchung leicht, dass sie nie einer Zelle allein angehören, sondern, die Membranen durchbohrend, von einer in die andere dringen. Von dem schon sporenführenden Mittelpunkt der jungen Pustel aus kann man sie oft viele Zellenlagen weit in den Umkreis und in die Tiefe verfolgen. Dass sie in der That die Zellwände durchbohren, ist auf guten Präparaten ohne Weiteres zu erkennen. Sehr schön tritt dieses Verhalten nach Einwirkung von Jodlösung hervor; die Fäden selbst werden durch diese gelblich gefärbt und deutlicher, die Primordialschläuche der Parenchymzellen ziehen sich zusammen, und man sieht sehr oft, wie ein Faden aus einem Primordialschlauch heraus gegen die Zellwand läuft, diese durchbohrend in die Nachbarzelle eintritt, und so weiter. Ausnahmslos dringen die Fäden immer nur unmittelbar aus einer Zelle in die andere, niemals sah ich sie in die Intercellulargänge treten. Anderswo als in den sporenbildenden Pusteln sah ich die Myceliumfäden nicht; hieraus und aus der scharfumgrenzten Gestalt und geringen Grösse der Pusteln ist zu schliessen, dass das Wachsthum des Myceliums ein begrenztes ist.

Die meisten Myceliumfäden schwellen dicht bei ihrer Eintrittsstelle in eine Parenchymzelle zu eiförmigen oder verkehrteiförmigen Blasen an, deren Länge zunächst $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ des Querdurchmessers der Parenchymzelle beträgt (Fig. 2, 3). Aus dem der Eintrittsstelle abgekehrten Ende der Blase sprossen dann wiederum 1 bis 3 Myceliumfäden hervor, welche in benachbarte Zellen dringen. Auf demselben Ende der Blasen findet man sehr häufig ein Büschelchen sehr feiner und kurzer, in ein Knöpfchen endigender Fäden (Fig. 3), welche bald verschwinden und über deren Bau und Zweck ich nichts Näheres angeben kann. Selten kommen die weiter vordringenden Myceliumzweige aus der Seite der Blasen, noch seltener sah ich die Myceliumfäden ohne blasige Anschwellung quer durch die Zelle laufen. Die Blasen haben sehr zarte Membran und anfangs einen homogenen, kaum einige Körnchen führenden, durch Jod gelb werdenden Protoplasmainhalt. Viele derselben theilen sich sehr bald durch eine Querwand in zwei ziemlich gleich grosse Hälften, von denen ich die der Eintrittsstelle zugekehrte immer mit Protoplasma erfüllt fand, die andere oft leer, d. h. nur mit wässeriger Flüssigkeit erfüllt ist, ihr Protoplasma also wohl an die ihr entsprossenden Fäden abgegeben hat. Sehr oft bleiben jedoch beide Hälften gleichmässig von Protoplasma erfüllt, und wohl in der Mehrzahl der Blasen tritt gar keine Querwand auf. Eine von dem Parasiten befallene Zelle enthält fast immer mehrere Blasen mit den dazu-

gehörenden Myceliumfäden. Von jenen zählte ich an ganz deutlichen Präparaten oft 6 bis 8, andere Zellen enthalten ihrer aber jedenfalls noch mehr.

Aus den beschriebenen blasigen Anschwellungen des Myceliums entwickeln sich die Sporen des Protomyces; ob nur aus den ungetheilten oder auch aus den protoplasmaführenden Hälften der quergetheilten kann ich nicht entscheiden. Geht man von dem Umfange gegen die reife Mitte einer jungen Pustel, so findet man zahlreiche Zwischenstufen zwischen den beschriebenen blasigen Anschwellungen und den reifen Sporen. Jene werden zunächst grösser und in ihrem Innern treten dunkel umschriebene Fettkörnchen auf, welche um so grösser und zahlreicher werden, je mehr die Blase wächst, und diese zuletzt dicht erfüllen (Fig. 4). Der Umriss der letzteren bleibt bis zur Vollendung des Wachsthums sehr zart, durch eine einfach feine Linie angedeutet; erst nach beendigter Ausdehnung tritt eine derbere, alsbald durch Doppellinien umschriebene Membran auf. Je mehr die Sporen heranwachsen, desto blasser und undeutlicher werden die Myceliumfäden, an welchen sie sitzen. Ein einziges Mal nur habe ich eine fast völlig verwachsene noch zarthäutige Spore in deutlichem Zusammenhang mit einem Myceliumfaden gesehen (Fig. 4), meistens ist solcher bei grösseren Sporen gar nicht mehr zu finden, und der Ursprung der letzteren müsste zweifelhaft bleiben, wenn sich nicht zwischen ihnen und jüngeren deutlich mit dem Mycelium zusammenhängenden alle Entwickelungsstufen leicht finden liessen.

Hat das Wachsthum der in einer Parenchymzelle enthaltenen Sporen begonnen, so kömmt alsbald ein weiterer Umstand hinzu, der die Verfolgung ihrer Entwickelungsgeschichte erschwert. In der Zelle verschwindet nämlich das Chlorophyll, der Zellkern wird unsichtbar, und der ganze Inhalt wird durch eine rasch wachsende Menge von Körnchen dergestalt getrübt, dass eine Auffindung der Myceliumfäden kaum mehr möglich, und selbst die zarten Umrisse der jüngeren Sporen oft nur schwer sichtbar sind. Man sieht häufig Sporen verschiedenen Alters innerhalb der Zellen in einer dicht körnigen Flüssigkeit suspendirt, ohne Spur von Myceliumfäden (Fig. 5), so dass es genau aussieht, als ob die Sporen durch freie Zellbildung in dem krankhaft veränderten Inhalt der Parenchymzellen entständen. Wären die Jugendzustände des Pilzes nicht bekannt, so könnte es gar kein Object geben, welches geeigneter als jene Zellen wäre, um eine Täuschung zu Gunsten der Lehre von der sogenannten Heterogenie zu veranlassen. Mit der Reife der Sporen nimmt die körnige Inhaltsmasse der Parenchymzellen eine braune, zuletzt rothbraune Farbe an und schrumpft zu einer harten, spröden, fast homogenen Masse zusammen, welche die Sporen einschliesst und mit-

einander verklebt (Fig. 6, 7 *b*). Auch die Membran der Zellen, welche vom Pilze bewohnt werden, so wie die der benachbarten nicht befallenen Zellen, wird braun und vertrocknet.

Die reifen Sporen (Fig. 6, 7) sind breit eiförmig, meist $^1/_{50}$ bis $^1/_{40}$ Mm. lang. Sie haben eine einfache ungeschichtete farblose Membran, welche so wenig wie irgend ein anderer Theil des Pilzes blaue Cellulosereaction zeigt. Der Inhalt besteht aus einer wandständigen Schichte von Fettkörnchen, innerhalb welcher eine homogene farblose Masse liegt, auf den ersten Blick einer Vacuole gleichsehend, aber wie genauere Untersuchung zeigt, gleichfalls zum grössten Theile aus Fett bestehend.

In reifen Pusteln findet man eine bis fünf und sechs Sporen in einer Parenchymzelle; in jüngeren sah ich oft Sporen verschiedenen Reifegrades in einer Zelle beisammen, und in solchen Zellen, deren Lumen von einigen fast reifen Sporen grösstentheils ausgefüllt war, fast immer einzelne, welche die Grösse der ursprünglichen Myceliumsanschwellungen kaum überschritten. Es scheint daher, als ob von letzteren eine Anzahl unentwickelt bliebe (vergl. Fig. 5).

Mit meinen Versuchen die Keimung der Sporen zu erhalten bin ich nicht glücklicher gewesen als bei Pr. endogenus.

5. Physoderma maculare und pulposum.

Das Wallroth'sche Originalexemplar von Ph. maculare (Taf. II, Fig. 13) besteht in einem durch die lange Aufbewahrung im Herbarium braun gewordenen Blatte der schmalblätterigen Form von Alisma Plantago. Auf der Lamina dieses Blattes befinden sich zahlreiche zerstreute längliche, 1—1½ Mm. lange schwarzbraune Flecke, welche alle durch die Blattsubstanz durch, von der oberen zur unteren Fläche gehen. Auf der oberen Fläche springen sie in Form flacher Schwielen vor, auf der unteren wenig oder gar nicht. Der Blattstiel zeigt einige ähnlich aussehende aber kleinere Flecke. Durchschnitte durch die braunschwarzen Stellen der Lamina zeigen, soweit genannte Färbung reicht, im Innern aller Zellen des Blattparenchyms und der Epidermis grosse braunhäutige Körper, welche jedenfalls als die Sporen des Parasiten bezeichnet werden dürfen. Nur in den Schliesszellen der Spaltöffnungen und in den beiden schmalen an diese angrenzenden Epidermiszellen fehlen die Sporen immer. Sie liegen einzeln oder zu 2 bis 3 in einer Zelle; ausser ihnen fand ich in letzterer nach dem Aufweichen nur spärliche Reste der normalen Inhaltsbestandtheile und wässerige

Flüssigkeit. Die Sporen sind breit eiförmig, $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{32}$ Mm. lang und mit einer mässig dicken, schön braunen nicht geschichteten Membran versehen. Diese umgibt einen fettglänzenden farblosen Inhalt, der bei den einzelnen Exemplaren, offenbar in Folge des Trocknens, sehr verschiedene Anordnung zeigte, deren ausführliche Beschreibung zwecklos wäre. Ob er von einem zarten farblosen Endosporium unmittelbar umgeben wird, konnte ich nicht sicher entscheiden. Junge Entwickelungszustände der Sporen oder Myceliumfäden sah ich in den Zellen des Alismablattes nicht. In den Intercellularräumen fand ich niemals die Sporen, dagegen verlaufen in denselben allenthalben einzelne farblose Fäden, offenbare Pilzhyphen von etwa $\frac{1}{600}$ Mm. Dicke. Einen Zusammenhang dieser mit den intracellularen Sporen konnte ich nicht auffinden, ob sie demselben Parasiten, wie diese angehören, bleibt daher zweifelhaft.

Ein ganz sonderbares Gebilde ist Wallroth's Physoderma pulposum (Taf. II, Fig. 12). Die Exemplare des Wallroth'schen Herbars bestehen in einigen kleinen beblätterten Aestchen von Atriplex angustifolia, deren Internodien mit dicken, etwa 1 Mm. grossen schmutzig-braunen Warzen dicht besetzt sind. Aehnliche Warzen finden sich in geringerer Zahl auf den Blättern. In den am Stengel befindlichen ist das von der Epidermis überzogene Rindenparenchym von der Bastschichte losgetrennt und weit abgehoben, der Raum zwischen beiden Theilen wird eingenommen von einem eigenthümlichen grobmaschigen Netz oder Gerüst. Dieses besteht aus (bis $\frac{1}{64}$ Mm.) dicken, cylindrischen oder plattgedrückten Fasern, welche in der Weise nach allen Richtungen hin verzweigt sind und mit einander anastomosiren, dass sie ein Netz mit unregelmässig vierseitigen Maschen bilden. Die Fasern sind farblos, glänzend, der Membran stark verdickter Bastfasern einigermassen gleichsehend, nicht geschichtet, die meisten solide, andere mit einer engen axilen Höhlung versehen. Jod färbt sie gelblich, in Schwefelsäure quellen sie wenig, Cellulosefärbung zeigten sie nicht. Wo das Netz an Bast und Rindenparenchym angrenzt, sah ich seine Fasern oft senkrecht gegen die Oberfläche dieser Gewebsschichten verlaufen, an dieser umbiegen und sich mit anderen Fasern zu einer Schlinge vereinigen. Hiernach läge also das Fasernetz als ein in sich abgeschlossener Körper zwischen Bast und Rindenparenchym eingeschoben. An anderen Stellen schien es mir jedoch, als ob die Fasern dünne, fadenförmige, reich verzweigte Aeste aussendeten, welche sich zwischen den Gewebselementen von Bast und Parenchym verbreiten. Dass solche dünne verzweigte Fasern oder Fäden hier vorhanden sind unterliegt keinem Zweifel; ob sie aber mit dem beschriebenen Netze zusammengehören, oder zufällig vorhandene Pilzfäden sind, darüber konnte

ich an dem zu Gebote stehenden Material nicht in's Klare kommen. Die Lücken des Fasernetzes sind von freien braunen Zellen angefüllt, welche bis auf Weiteres Sporen heissen mögen. Es sind kugelige oder breit ovale, $1/_{28}$ bis $1/_{20}$ Mm. grosse Zellen mit doppelter Membran, nämlich einer derben hellbraunen Aussenhaut und einer zärteren in Schwefelsäure stark quellenden Innenhaut. Der Inhalt bestand aus einer fettglänzenden klumpig geschrumpften Masse.

Die in den Blättern vorhandenen Physoderma-Warzen bestanden aus Anhäufungen von Sporen, eingeschlossen in Höhlungen des Blattparenchyms und durchsetzt von einzelnen anastomosirenden, denen des beschriebenen Netzes gleichen Fasern.

Ein Zusammenhang zwischen Fasern und Sporen oder Jugendzustände beider Theile waren nirgends aufzufinden.

6. Zur Systematik.

Ueber die natürliche Verwandtschaft der Protomyces- und Physoderma-Arten und ihre Stellung im Systeme lässt sich auf Grund der mitgetheilten Resultate noch wenig Positives sagen.

Berücksichtigt man nur den Bau und die Entwickelung der innerhalb der Nährpflanze vorfindlichen Theile, ohne auf die Keimungserscheinungen Rücksicht zu nehmen, so ist zunächst einleuchtend, dass Physoderma pulposum mit den übrigen Formen nicht zusammengehört. Es ist durch das Fasergerüste ein ganz eigenthümliches räthselhaftes Gebilde, über welches von ferneren Untersuchungen Aufschluss zu erwarten ist.

Von den übrigen fünf Arten stimmen wenigstens die vier lebend untersuchten durch den Besitz eines freifädigen Myceliums, sowie durch die Entwickelungsweise der Fortpflanzungszellen an diesem überein. Auch in den Wirkungen, welche sie auf die Theile ihrer Nährpflanze ausüben, findet zwischen den einzelnen Arten eine unverkennbare Uebereinstimmung statt. Auf die Verschiedenheiten, welche im Einzelnen zwischen den Arten stattfinden, braucht nicht besonders aufmerksam gemacht zu werden. In Beziehung auf die Art ihres Vorkommens sondern sich die untersuchten Species in zwei Gruppen: die einen, nämlich Pr. macrosporus, endogenus und Ph. Eryngii entwickeln sich nur z w i s c h e n den Zellen ihrer Nährpflanze; Pr. Menyanthis, welchem man Ph. maculare wohl einstweilen anreihen darf, ist ein rein i n t r a cellularer Parasit. Man kann auf Grund dieser Verschiedenheit die beiden bezeichneten Gruppen als Gattungen unterscheiden und, wenn man will, die Namen Protomyces und Physoderma

in etwas veränderter Bedeutung zur Bezeichnung derselben anwenden. Natürliche Genera stellen die beiden Gruppen allerdings schwerlich dar; mir scheinen wenigstens schon die Verschiedenheiten in der Structur des Myceliums und der Fortpflanzungsorgane bei den 3 intercellularen Arten hinreichend gross zu sein, um es sehr unwahrscheinlich zu machen, dass sie einer natürlichen Gattung angehören: am nächsten scheinen noch Ph. Eryngii und Pr. macrosporus miteinander verwandt zu sein. Eine eingehende Discussion über die angedeutete Frage wäre zwecklos, so lange die Keimungsgeschichte von Pr. endogenus, Eryngii u. s. w. nicht bekannt ist, denn es wird niemand bestreiten, dass die Haupteigenthümlichkeit des Protomyces macrosporus in der Keimung seiner Sporangien liegt, und dass ein anderer Pilz erst dann, wenn seine Keimung gleichfalls bekannt ist, mit jenem verglichen werden kann.

Die Stellung im Systeme ist für die meisten Arten aus den gleichen Gründen wie ihre Verwandtschaft untereinander zur Zeit nicht bestimmbar. Von Protomyces macrosporus ist aber der ganze Entwickelungsgang ziemlich vollständig bekannt, und für ihn muss daher gefragt werden, welcher der gegenwärtig bekannten Pilzfamilien er ein- oder anzureihen ist. Vergleicht man ihn zunächst mit den einfacheren Pilzformen, denen er sich durch seine Lebensweise anschliesst, so kann nicht bezweifelt werden, dass er weder mit den Peronosporeen, an welche zunächst gedacht werden könnte, noch mit den Ustilagineen, noch mit den Uredineen nähere Verwandtschaft zeigt; mit den meisten hat er nicht einmal oberflächliche Aehnlichkeit. Auch unter den nicht parasitischen Fadenpilzen finde ich keinen, dessen Fortpflanzungsorgane den Sporangien des Protomyces füglich verglichen werden könnten. Diese zeigen dagegen, wie ich schon bei ihrer Beschreibung angedeutet habe, eine grosse Aehnlichkeit mit den Sporenschläuchen der Ascomyceten, der Pyreno- und Discomyceten. Sieht man ab von Verschiedenheiten in der Gestalt und Grösse der Theile, so verhält sich das Endosporangium nach seinem Austritte aus der umgebenden Aussenhaut im Wesentlichen ganz wie diejenigen Asci, in welchen der primäre Zellkern nicht gefunden wird und die Sporen ohne Zellkerne entstehen. Diese werden aus einem Theile des Protoplasma gebildet, der zu ihrer Bildung nicht verwendete Rest nach und nach aufgelöst. Die Ejaculation geschieht im Wesentlichen auf die gleiche Art wie bei den Ascis der Discomyceten (Peziza, Helvella, Exoascus u. s. w.). In dem einen wie dem anderen Falle bleibt die Membran des Ascus bis nach der Entleerung von einem Primordialschlauch ausgekleidet. Dass die grosse Zahl der in einem Schlauch entstehenden Sporen der Vergleichung nicht im Wege steht, zeigen die sehr zahlreiche kleine Sporen

bildenden Asci mancher Sphaerien und Licheuen. Protomyces macrosporus dürfte hiernach den Ascomyceten an die Seite zu stellen sein, als einfachste Ascomycetenform, von den typischen Schlauchpilzen ausgezeichnet durch den einfachen Bau seines Thallus, den Mangel eines zusammengesetzten Fruchtlagers oder Fruchtbehälters, und durch die Eigenthümlichkeit, dass in seinen Ascis die Sporenbildung erst nach vorangegangenem Ruhezustand und Häutungsprocess stattfindet.

II. Exoascus Pruni und die Taschen oder Narren der Pflaumenbäume.

(Tafel III.)

Es gibt wohl wenige Pflanzenmissbildungen, welche häufiger und allgemeiner bekannt sind, als die mit den Namen Taschen, Schoten, Narren, Hungerzwetschen, Turcas der Italiener bezeichneten entarteten Pflaumenfrüchte. Dessenungeachtet fehlt es aber zur Zeit noch sehr an genaueren Untersuchungen über dieselben und an einer sicher begründeten Erklärung ihrer Entstehung.

Die erste deutliche Beschreibung der genannten Missbildungen findet sich, nach Treviranus[17]) bei Caesalpin (de plantis II, 15), indem dieser sagt: „Etwas Besonderes ist bei der Pflaumenfrucht dieses, dass sie, wenn es während der Blüthe viel geregnet hat, sich in einen länglichen hohlen Körper verwandelt, den man Turcas nennt.“ Das Nämliche sagt Joachim Camerarius in der 1600 erschienenen Ausgabe des deutschen Matthiolus (fol. 90 D) von den Früchten der Schlehe. In den mir zu Gebote stehenden älteren Werken finde ich die Erscheinung nicht erwähnt. Häufig gedenken ihrer die späteren Autoren; Rud. Jac. Camerarius (Opuscul. ed. Mikan, nach Treviranus) gibt die erste ausführliche Beschreibung, Duhamel (physique des arbres I, p. 303 pl. 12, 13) meines Wissens die erste Abbildung. Merkwürdig ist, dass die Taschen der Pflaumen in neueren Büchern, welche sich mit den Krankheiten und Miss-

---

[17]) Treviranus, über die taschenförmige Bildung der Pflaumen. Bot. Zeitg. 1846 p. 641. Einige Angaben über die ältere Litteratur entnehme ich diesem gelehrten Gewährsmanne, da mir dieselbe nur mangelhaft zu Gebote steht.

bildungen der Pflanzen speciell beschäftigen, entweder gar nicht (Plenck, Physiol. et Pathol. Plantarum, Wiegmann, Krankheiten etc. der Gewächse) oder nur ganz flüchtig erwähnt werden (Meyen, Pflanzenpathol., Moquin-Tandon, Pflanzenteratologie, Kühn, Krankh. d. Culturgew.). —

Die Ansichten, welche über die Ursache der Taschenbildung ausgesprochen worden sind und unter den Botanikern wie im Volke herrschen, lassen sich in vier Gruppen zusammenstellen.

Die ersten setzen den Grund der Erscheinung in die Einwirkung ungünstiger, nasser oder kalter Witterung auf die Blüthe und junge Frucht der Pflaumenbäume; theils ohne sich über die Art der Einwirkung bestimmter auszusprechen, wie Caesalpin, Joach. Camerarius, J. Robb[18]); theils indem sie annehmen, dass die nachtheilige Witterung eine oder die andere bestimmte Störung in dem Ernährungsprocesse verursacht, wie Dumont Courset und Bosc[19]) und Réaumur (Histoire de l'Acad. Royale (paris.) des sciences 1713, pag. 58 des Amsterdamer Nachdrucks).

Die Vertreter der zweiten Ansicht betrachten zwar auch die oben bezeichneten ungünstigen Witterungsverhältnisse als die veranlassenden, entfernteren Ursachen der Taschenbildung, sie präcisiren aber ihre Vorstellung über die Einwirkung derselben dahin, dass sie annehmen, die Befruchtung der jungen Pistille werde verhindert oder gestört. Freilich steht dieser Annahme die allgemein bekannte Erscheinung entgegen, dass die Blüthen der Pflaumenbäume, deren Pistille nicht befruchtet sind, in der Regel nicht Taschen bilden, sondern gar nicht wachsen und vom Baume abfallen. Die hierin gelegenen Bedenken suchen die Autoren auf verschiedene Weise zu beseitigen. Treviranus (in seiner oben angeführten Arbeit) und H. Schultz[20]) nehmen an, dass die Pistille, welche sich zu Taschen umbilden, unbefruchtet bleiben, aber dabei, in Folge der äusseren Einwirkungen, mehr als gewöhnlich ernährt werden; und in wesentlich dem gleichen Sinne, nur weniger deutlich spricht sich schon Rud. Jac. Camerarius aus, wenn ich seine von Treviranus citirten Worte recht verstehe. Andere reden von einer unvollkommenen Befruchtung (z. B. J. L. Christ, Krankheiten der Obstbäume, 84; Pflanzung und Wartung der Obstbäume, 458), ohne näher anzugeben, was sie darunter verstehen

---

18) Hooker's Journ. Bot. III, 99, tab. 4.

19) Nouv. Cours compl. d'Agricult. IV, 124. Beide Angaben nach Treviranus l. c.

20) Verhandl. d. Vereins z. Bef. d. Gartenbaus in den K. Preuss. Staaten, Bd. 18, p. 402 (1847). Vergl. auch dieselben Verhandl. Band 19 (1849) p. 40.

und ohne von den neuerdings bekannt gewordenen Erscheinungen, welche man so nennen könnte, Kenntniss zu haben (S. Hildebrand, in Bot. Zeitung 1863, Nro. 44, 45). Treviranus selbst neigt sich in neuerer Zeit zu dieser Meinung hin (Verhandl. des naturw. Vereins f. Rheinland u. Westphalen 1862), während er sie in seiner früheren Arbeit verworfen hat. Versuche, durch Beobachtung in dem vorliegenden Falle von dem Wesen der unvollkommenen Befruchtung eine klare Vorstellung zu erhalten, hat auch von den Neueren Keiner gemacht.

Ray (Hist. plant. II, 1528 nach Trevir.) ist der Anführer von den Vertretern der dritten Ansicht, welche die Taschen für Erzeugnisse des Stiches von Rüsselkäfern, Aphiden oder nicht näher bezeichneten Insecten, also für eine Art Gallen hält; eine Meinung, welche, trotz des bestimmten Widerspruches sorgfältiger Beobachter, wie Treviranus, Schultz und schon R. J. Camerarius, gegenwärtig unter den Gelehrten noch ihre Anhänger besitzt, wie das Referat in der Botan. Zeitung 1861, p. 224 zeigt, und unter den Laien wohl die vorherrschende sein dürfte[21]).

Viertens endlich hat L. Fuckel auf den Pflaumentaschen die Fructificationsorgane eines Pilzes, Exoascus Pruni Fuckel, der von Keinem vorher beschrieben worden war, entdeckt, und betrachtet diesen als den Erzeuger der Missbildung. Er gibt in seiner Enumeratio fungorum Nassoviae (Wiesb. 1861, p. 29) eine kurze Beschreibung und Abbildungen besagter Organe, und sagt von denselben, welche ihm den ganzen Pilz darstellen: Epidermidem Pruni domesticae et P. spinosae fructuum immaturorum densissime obducens frequentissime, Vere. Fructus immaturi per hunc fungulum monstroso-incrassati vulgo Narren, Schoten, Taschen nominantur.

Bei der ausserordentlichen Häufigkeit, in welcher die Taschen soviel ich mich erinnere alljährlich vorkommen, und bei den wunderlichen Eigenthümlichkeiten, durch welche sie selbst dem Laien auffallen müssen, schien es mir wünschenswerth zu entscheiden, welche von den divergirenden Ansichten über ihre Entstehung die richtige sei. Die Resultate, welche die zu diesem Zwecke unternommenen Untersuchungen bis jetzt geliefert haben, sollen in Folgendem mitgetheilt werden.

Ich habe die Taschen beobachtet an der Zwetsche (Prunus domestica), der Schlehe (Prunus spinosa) und am häufigsten an der Ahlkirsche (Pr. Padus). Die wilde oder verwilderte Prunus insititia und die runde Damascener Pflaume hatte ich nicht Gelegenheit

---

21) S. z. B. F. Stieber, Erfahrungen über die sog. Taschen der Pflaumen. Verhandl. d. Ver. z. Bef. Gartenb. i. d. Preuss. Staaten, Bd. 18, p. 45.

zu beobachten; an den beiden hier vorzugsweise cultivirten Pflaumensorten, der Reineclaude und Mirabelle sind mir niemals Taschen vorgekommen, obgleich ich mehrere Jahre aufmerksam danach suchte, und hiermit stimmen die Erfahrungen der Gärtner, welche mir mitgetheilt worden sind, überein. Dass jedoch die in Rede stehende Missbildung an der Mirabelle zuweilen gefunden wird, ist nach der bestimmten Versicherung von Duhamel nicht zu bezweifeln. An den Kirschenbäumen habe ich die Taschen nie finden können und es ist mir auch ausser einer zweifelhaften Notiz, welche Treviranus anführt, nicht bekannt, dass sie von Anderen daselbst gesehen worden wären.

Die Taschen erscheinen in hiesiger Gegend an den drei genannten Bäumen Anfangs Mai oder schon Ende April. Was ihr äusseres Ansehen betrifft, so zeichnen sie sich von den ihnen gleichalten gesunden Früchtchen durch viel beträchtlichere Grösse aus, indem sie doppelt bis 5mal so lang und auch breiter werden als diese, und durch eigenthümliche sehr mannigfache Gestalten. Bei der Zwetsche und nach Duhamel's Abbildung auch bei der Mirabelle sind sie langgestreckt, bis 5 Cm. lang, nach Treviranus selbst fingerslang, oben meist breiter als unten, stumpf, mehr oder minder zusammengedrückt, so dass sie einer Erbsenschote verglichen werden konnten, und dabei meistens in verschiedener Weise gekrümmt. Bei Prunus spinosa sind sie kleiner (bis 2 und 2½ Cm. lang), jedoch im Verhältniss zur Grösse der normalen Frucht meist ebensostark ausgedehnt wie bei der Zwetsche, und von den mannigfaltigsten Formen: schmal und langgestreckt oder rundlich; spitz, zugespitzt oder stumpf; zusammengedrückt oder aufgeblasen, fast gerade oder krumm und verdreht. Bei Prunus Padus endlich sind die Taschen seltener rundlich und stumpf, die meisten länglich oder spindelförmig, oft zugespitzt, in verschiedenem Grade zusammengedrückt, mehr oder minder hornförmig gekrümmt; der Griffel bleibt auf ihnen oft stehen, während er bei den Zwetschen- und Schlehentaschen abgefallen ist.

Bei allen drei Species sind die Taschen von den gesunden jungen Früchtchen zuerst durch bleiche gelblichgrüne, oder manchmal röthliche Färbung ausgezeichnet, welche letztere von Erythrophyll in den Epidermiszellen herrührt. Ihre Oberfläche ist durch zahlreiche flache unregelmässige Runzeln und Wärzchen uneben, auf den einzelnen Erhabenheiten oder Vertiefungen aber glatt und glänzend. Später tritt auf der ganzen Oberfläche ein sehr zarter glanzloser Ueberzug auf, einem Reif oder sehr feinen sammetartigen Flaum gleichsehend, erst weiss, dann matt ockergelb. Zuletzt erhält die Oberfläche braune Flecke, Schimmelrasen erscheinen, die Tasche schrumpft, wird missfarbig und fällt dann früher oder später vom Baume ab.

Was das Innere der Taschen betrifft, so ist allgemein bekannt, dass ihre im Verhältniss zum Umfang dünne Wand eine geräumige lufterfüllte Höhlung umschliesst, in deren oberem Theil die mehr oder minder entwickelten Ovula der Wand ansitzen. Eine genauere Beschreibung des Baues wird sich am besten in Verbindung mit der Entwickelungsgeschichte geben lassen.

Bevor ich zur Darstellung dieser übergehe, will ich vorausschicken, dass ich, übereinstimmend mit Treviraus, an Hunderten von Taschen kaum einmal eine Spur eines Insectenstiches wahrgenommen habe. Die von mir genauer beobachteten Stöcke von Pr. domestica und spinosa waren zur Zeit der Taschenbildung auch von Blattläusen frei; auf den untersuchten Bäumen von Pr. Padus, welche Species ein so beliebter Aufenthaltsort von dergleichen Gethier ist, war zwar im Jahr 1862 eine zahlreiche Bevölkerung von Aphiden und Insectenlarven, 1863 fehlte diese aber auf den meisten gänzlich, wenigstens zu der Zeit, welche hier in Betracht kömmt.

Die Entwickelung der Taschen geschieht, soweit ich sie verfolgen konnte, bei Pr. domestica und spinosa auf die nämliche Weise; bei Pr. Padus zeigt sie in einzelnen Punkten besondere Eigenthümlichkeiten.

Zuerst soll von den beiden erstgenannten Arten die Rede sein. An den Bäumen resp. Sträuchern, welche später Taschen trugen, konnte ich zur Blüthezeit keine Verschiedenheiten oder krankhafte[22]) Abnormitäten an den Blüthen finden, obgleich ich aufmerksam danach suchte und besonders sechs junge reichblühende Zwetschenbäume immer im Auge behielt. Auch nach dem Abblühen sind die stehen gebliebenen jungen Früchtchen zunächst alle gleich und anscheinend gesund. Erst einige Zeit — bei den 1863 untersuchten Zwetschen 14 Tage, bei den Schlehen etwa 4 Wochen — nach dem Abblühen treten die ersten Anfänge der Taschenbildung auf und zwar plötzlich, von einem Tage zum anderen. Einzelne Früchtchen erscheinen bleicher gefärbt als die übrigen, zuerst kaum, sehr bald aber deutlich vergrössert und die ersten Anfänge der Krümmung zeigend. In den nächstfolgenden Tagen vermehrt sich die Zahl der entartenden Früchtchen, in späterer Zeit nicht mehr. Alle Taschen eines Baumes haben daher immer nahezu die gleiche Ausbildung. Hat die Entartung einer Frucht einmal

---

22) Ich sehe hier ab von den durch Vermehrung der normalen Bluthentheile bedingten Anomalien, welche ich gerade an den beobachteten Schlehenbuschen sehr häufig fand, indem die Blüthen derselben sehr oft zwei und drei Fruchtknoten enthielten; eine Erscheinung, die ja für die Amygdaleen überhaupt längst bekannt ist. (S. z. B. Moquin-Tandon, Teratologie, übers. v. Schauer 327, 28.)

begonnen, so wächst diese sehr rasch zu der oben beschriebenen Form und Grösse heran. Ich beobachtete Zwetschentaschen, welche in 2 Tagen aufs Doppelte ihrer ursprünglichen Länge gewachsen waren, und obgleich ich keine genauen Messungen an einzelnen Exemplaren durchgeführt habe, glaube ich nicht zu irren, wenn ich angebe, dass die Taschen etwa 8 Tage nach dem ersten sichtbaren Anfange der Entartung ihre volle Grösse erreicht haben. Den Fruchtstiel fand ich fast immer von durchaus normaler Beschaffenheit, nur einzelne Male bei der Schlehe dicht unter der Tasche unbedeutend angeschwollen.

Um die Structurveränderungen, welche die zu Taschen auswachsenden Früchtchen erleiden, zu beurtheiten, ist es nothwendig zuvor den Bau, welchen die normalen Früchte zur Zeit der Taschenbildung zeigen, kurz zu betrachten. Dieselben sind bei der Schlehe durchschnittlich gegen 4 Mm., bei der Zwetsche etwa 10 Mm. lang, dunkelgrün gefärbt. Die Fruchtwand besteht schon in diesem Entwickelungsstadium aus zwei scharf von einander abgesetzten Schichten; einer inneren, welche aus zahlreichen Lagen kleiner, zartwandiger, isodiametrischer Zellen besteht und später zum Stein wird; und einer viel dickeren äusseren, die von sehr grosszelligem durchscheinendem Parenchym gebildet und von zahlreichen Gefässbündeln durchzogen wird und sich später zu dem fleischigen Epicarp entwickelt. Die Oberfläche der Frucht wird von einer mit spärlichen grossen Spaltöffnungen versehenen Epidermis überzogen, die Innenfläche der Fruchtwand von einer ziemlich derbwandigen spaltöffnungsfreien Oberhaut. Die Fruchthöhle wird vollkommen ausgefüllt von dem einen zum Samen reifenden Ovulum, neben dessen Anheftungsstelle das zweite, in der Regel abortirende in Form eines kleinen Knötchens sitzt. Von dem Ausnahmsfalle, in welchem sich beide Ovula ausbilden, brauche ich hier nicht zu reden, zumal da ich ihn bei Taschen nie gefunden habe. Die Structur des Eies kann wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Ich bemerke daher nur noch, dass ich in Folgendem das Ovulum, welches nach dem Verblühen sich zum Samen auszubilden beginnt, im Gegensatz zu dem abortirenden das fruchtbare nennen werde.

Bei den Taschen hat die Wand in vielen Fällen die Dicke normaler gleichaltriger Fruchtwände, nicht selten wird sie ein wenig dicker, oft auch dünner als diese. Die fruchtbaren Ovula wachsen dabei nicht viel mehr oder selbst weniger als in gesunden Früchten, bei der beträchtlichen Vergrösserung des Umfangs wird daher die Fruchthöhle stark erweitert und grösstentheils leer, d. h. von Luft erfüllt. Durchschnitte durch die Wand der Taschen zeigen eine von der normalen Fruchtwand wesentlich verschiedene Structur. Die scharfe Abgrenzung des Steins und des fleischigen Epicarps fehlt; die

innersten Parenchymlagen sind zwar denen gesunder gleichalter Früchtchen sehr ähnlich, gehen aber ganz allmählich in die grosszelligeren äusseren über. Die Zellen selbst, aus welchen die letzteren bestehen, sind zwar an Grösse ziemlich ungleich, der Mehrzahl nach aber bedeutend kleiner als die des normalen Epicarpiums, ihre Gestalt ist von der der letztgenannten nicht erheblich verschieden. Die Epidermis der Taschen besteht, soweit meine Untersuchungen reichen, aus (in der Richtung der Oberfläche) kleineren und merklich zartwandigeren Zellen als die der gesunden Früchte. Aus allen diesen Daten geht hervor, dass das Wachsthum der Taschen durch eine lebhafte Zellvermehrung, nicht durch Ausdehnung der vorhandenen Zellen stattfindet. Ob in den Taschen die Zahl der Gefässbündel von der normalen abweicht, habe ich nicht genauer untersucht; in ihrem Bau habe ich keine Besonderheiten gefunden ausser den weiter unten zu erwähnenden.

Wie schon von Früheren beschrieben worden ist, entartet die Fruchtwand manchmal nur theilweise und behält an einzelnen meist kleinen Stellen ihre normale Structur und Farbe.

Das fruchtbare Ovulum fand ich einige Male auch in den jugendlichen Taschen klein und unregelmässig geschrumpft, so dass über seinen Bau kein genügender Aufschluss zu erhalten war. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist dasselbe dagegen den in gleichalten normalen Früchten enthaltenen an Grösse und Farbe gleich, oft selbst grösser, und von diesen nur der Form nach verschieden, insofern es der Gestalt der ganzen Tasche entsprechend in die Länge gestreckt, gekrümmt auf seiner Oberfläche mit vorspringenden Riefen und Runzeln versehen erscheint. Seine Structur ist von der normalen nicht wesentlich verschieden; insbesondere gilt dieses von dem Eikern, der in beiden Fällen das gleiche grosszellige durchsichtige Gewebe und in dessen Mitte den langgestreckten cylindrischen Keimsack zeigt. Letzterer enthielt bei allen Taschen, welche ich genauer darauf untersucht habe, in seinem Micropyleende eine durchaus normal entwickelte, oft schon sehr grosse und vielzellige kugelige Embryoanlage.

Untersucht man die Taschen so lange sie auf ihrer Oberfläche den feinen Reif oder Flaum noch nicht zeigen, so scheint es auf den ersten Blick, als ob die eben beschriebenen Eigenthümlichkeiten die einzigen seien, durch welche sie sich von gesunden Früchten gleichen Alters unterscheiden. Man hat dabei aber das Wesentlichste übersehen. Denn schon in den allerjüngsten Exemplaren, bei welchen die beginnende Degeneration durch bleichere Färbung eben angezeigt wird, findet man in den Gefässbündeln, und zwar zwischen ihren zartwandigen Elementen, den Leitzellen (Sachs) oder den Elementen

des Weichbastes (Nägeli) das Mycelium des Exoascus Pruni Fuckel. Dieses besteht aus farblosen durchscheinenden Fäden, welche so dick oder dünner als die Leitzellen und durch zahlreiche Querwände in Glieder getheilt sind, deren Länge den Querdurchmesser zwei- bis vielmal übertrifft (Fig. 15). Die Fäden sind verzweigt, und ihre Ramificationen laufen meistens der Länge des Gefässbündels nach, selten quer durch dasselbe. Ihre Seitenwand ist sehr zart, nur durch eine einfache Umrisslinie angedeutet, die Querwände dagegen verhältnissmässig dick, doppelt contourirt, glänzend. Hierdurch erhält das Mycelium ein eigenthümliches characteristisches Ansehen. Kennt man es einmal, so findet man es leicht wieder, besonders da seine Auffindung durch sein Verhalten zu (mässig concentrirter) Kalilösung sehr erleichtert wird. Bringt man solche zu den Präparaten, so werden Weichbast und Parenchym bis zum Unkenntlichwerden ihrer Zellen durchsichtig; die Myceliumfäden bleiben dagegen ganz unverändert und liegen nun wie freipräparirt in der durchscheinenden Masse. Mit Hülfe der Kalilösung überzeugt man sich leicht, dass das Mycelium auch in den bezeichneten jüngsten Taschen meist in allen Gefässbündeln der Wand, am reichlichsten in den Bündeln der Bauchnaht enthalten ist, und dass es dieselben — wenigstens in den von mir untersuchten Fällen — ihrer ganzen Länge nach, von der Basis bis zur Spitze der Frucht durchsetzt, auch schon sehr frühe in die Rhaphe des fruchtbaren Ovulum eintritt. Von der Basis der jungen Tasche aus konnte ich das Mycelium immer durch die ganze Länge des Fruchtstiels, der, wie oben gesagt wurde, sonst ganz normal beschaffen ist, und mehrmals, jedoch nicht immer, einige Millimeter weit in den Bast des vorjährigen Zweiges verfolgen, welcher die Tasche trug. In dem Stiel und dem Tragzweige findet sich das Mycelium ausschliesslich und zu allen Zeiten nur in dem Weichbaste. In der Tasche selbst ist dies zuerst auch der Fall. Sobald dieselbe aber grösser geworden ist, treibt das Mycelium zahlreiche Zweige, welche aus dem Baste in das Parenchym der Fruchtwand treten, sich hier überaus reich verästeln und allenthalben zwischen die Zellen eindrängen. Bringt man Durchschnitte in Kalilösung, so tritt meist ein zierliches zwischen den Zellen verbreitetes Myceliumnetz hervor (Fig. 4, 5). Die Fäden desselben sind durchschnittlich dünner als ihre in den Gefässbündeln verlaufenden Hauptstämme, sonst diesen gleich gebaut. Die Ausbreitung des Myceliums in dem Parenchym beginnt an der Basis der Tasche und schreitet von hier aus rasch gegen die Spitze fort. Ist jene zu ihrer vollen Grösse herangewachsen, so ist meist das ganze Parenchym von dem Mycelium durchwuchert, bis unmittelber unter die Epidermis. Zuletzt treiben die unter der Oberhaut laufenden Fäden, ziemlich gleichzeitig an der ganzen Tasche, zahlreiche Zweige, welche

zwischen die Zellen der Oberhaut, und zwar meist senkrecht gegen die Aussenfläche dringen, an letzterer rechtwinklig umbiegen und nun über die Aussenwände der Epidermiszellen hin wachsen, diesenf est angedrückt, und nur in einer Fläche ausgebreitet und verzweigt. Die Cuticula, von welcher die Epidermis überzogen ist, wird hierbei von den Zellwänden abgehoben, die Fäden drängen sich zwischen diese und die Cuticula ein und bleiben von letzterer bedeckt[23]) (Fig. 1, 4, 5). Die Fäden verzweigen sich nun sofort sehr reichlich und ihre Zweige laufen zunächst grösstentheils über die äusseren Kanten, seltener quer über die Aussenfläche der Epidermiszellen (Fig. 1). Daher stossen die Zweige benachbarter Fäden bald vielfach aneinander, ohne dass je einer quer über den andern hinauswächst, und wenn man die Epidermis von aussen betrachtet, so erscheint dieselbe überall von einem Netze von Pilzfäden übersponnen, dessen Maschen die von den äusseren Kanten der Epidermiszellen gebildeten an vielen Stellen decken (Fig. 1). Mit der weiteren Entwickelung werden die quer über die Aussenwände laufenden Myceliumzweige zahlreicher, die Maschen des Pilznetzes daher immer enger und unregelmässiger (Fig. 2).

Die Fäden des beschriebenen Netzes sind anfänglich den zwischen den Parenchymzellen verlaufenden vollkommen gleich, schmal, aus Gliedern zusammengesetzt, welche zwei- bis vielmal so lang als breit sind (Fig. 1). Mit der Vermehrung der Zweige treten in ihren Gliedern allenthaļben immer zahlreichere Querwände auf, bis die Fäden zuletzt nur aus Zellen bestehen, welche ein- bis zweimal so lang als breit sind (Fig. 2). Nun hört die Verzweigung der Fäden auf; alle Glieder derselben dehnen sich gleichzeitig nach allen Seiten hin aus bis sie mit sämmtlichen rings um sie liegenden zusammenstossen, sie erhalten dabei rundlich-cylindrische Form, ihre Berührungsflächen werden mehr oder minder abgeplattet (Fig. 3). Die Oberfläche der Tasche ist somit schliesslich von einer fast ununterbrochenen, zwischen Epidermis und Cuticula eingeschobenen Schichte rundlicher Zellen, welche bedeutend kleiner sind als die Epidermiszellen selbst, überzogen. Nur die Spaltöffnungen werden sorgfältig frei gelassen, die Pilzfäden wachsen nie über den Rand der Schliesszellen hinaus, rings um jede der meist weit offenen Spalten bleibt in dem Pilzüberzug eine Lücke (Fig. 2, 3).

---

[23]) Exoascus Pruni ist keineswegs der einzige Schmarotzerpilz, welcher sich zwischen Epidermis und Cuticula eindrängt, um hier seine Fructificationsorgane auszubilden. Die Spermogonien mancher Uredineen (z. B. Puccinia Anemones. Caeoma miniatum), aber auch die dicken Fruchtlager von Rhytisma Andromedae u. a. m. bilden sich gleichfalls zwischen Oberhaut und Cuticula aus.

Die rundzellige Schicht ist die Anlage des Hymenium des Exoascus. Alle ihre Zellen strecken sich rasch senkrecht zur Fruchtoberfläche, so dass sie die Gestalt von Cylindern erhalten, welche etwa doppelt so lang als breit sind, und werden dabei von farblosem feinkörnigem Protoplasma vollständig erfüllt (Fig. 6, 7). Ihre äusseren kaum gewölbten Endflächen bleiben zunächst von der Cuticula überzogen. Endlich streckt sich jede der cylindrischen Zellen zu einem Schlauche, der drei- bis viermal so lang als die Zelle vorher war, aus cylindrischer Basis nach oben keulenförmig verbreitert und am oberen Ende plötzlich breit abgerundet oder fast abgestutzt ist (Fig. 6, 7). Mit dem Beginn dieser Streckung wird die Cuticula über dem Scheitel des Schlauches durchbrochen (Fig. 6*a*). Das Protoplasma rückt während der Streckung in die obere Partie des Schlauches; das untere Ende dieses erscheint bald wasserhell und wird schon vor beendigtem Längenwachsthum des Ganzen von dem oberen Theile durch eine Querwand abgegrenzt, welche dicht unter der Durchbrechungsstelle der Cuticula liegt. Hiermit wird aus jeder Zelle der Hymeniumanlage ein zweizelliger Körper, bestehend aus einem keulenförmigen protoplasmareichen Schlauche, dem sporenbildenden Schlauche oder Ascus, und einer diesen tragenden kurzen wasserhellen Stielzelle (Fig. 7, 8).

Letztere verändert sich nicht weiter; sie bleibt an ihrer Ursprungsstelle sitzen und mit dem Ascus in fester Verbindung. Die Asci sind, wenn sie ihr Längenwachsthum vollendet haben, mit einer farblosen dünnen, einfachen Membran versehen, selten von Protoplasma völlig erfüllt, meistens ist dieses nur in dem oberen Ende oder in der Mitte des Ascus zu einer dichten Querzone von etwa der halben Höhe des Schlauches angesammelt, während letzterer im übrigen nur wässerige Flüssigkeit und einen dünnen feinkörnigen Wandüberzug, Primordialschlauch, enthält. Feine Protoplasmafäden sieht man nicht selten von der dichteren Masse aus gegen oder über den Primordialschlauch verlaufen (Fig. 7, 8*a*, *b*). Zellkerne konnte ich in den Ascis zu keiner Zeit finden. In einem jeden Schlauche entstehen nun 8 (sehr selten fand ich 7 oder 9) Sporen in der Weise, welche für andere Ascomyceten, zumal Discomyceten bekannt ist[21]). Dieselben erscheinen gleichzeitig, zuerst als 8 zartumschriebene rundliche Körper innerhalb der zu ihrer Anlegung nur theilweise verbrauchten Protoplasmamasse (Fig. 7, 8c). Diese wird gleich den Sporen durch Jod immer gelb bis gelbbraun, nie rothbraun gefärbt. Sie verschwindet alsbald in gleichem Maasse wie die Sporen weiter ausgebildet, d. h. wenig grösser aber schärfer und dunkler contourirt werden. Bald ist innerhalb der

21) Vergl. meine Arbeit über die Fruchtentwickelung der Ascomyceten. Leipz. 1863.

Ascusmembran nur noch der Primordialschlauch, die Sporen selbst und ganz spärliche Protoplasmareste um diese übrig, die Hauptmasse ihres Inhalts wird von wässeriger Flüssigkeit gebildet (Fig. 8 *d, f, g*); zuletzt werden die Sporen aus der geöffneten Spitze des Schlauches hervorgeschleudert.

Bevor ich jedoch zur Beschreibung der reifen Sporen übergehe, ist es nothwendig, das Verhalten der Pflanzentheile und Pflanzen vollständig zu betrachten, welche von dem Pilze, auf dessen Entwickelungsgeschichte die Untersuchung geführt hat, bewohnt werden. Ich kehre daher zunächst zu den Taschen zurück.

Das Hervorbrechen der Asci aus der Cuticula wird dem blossen Auge dadurch angezeigt, dass auf der bisher gelbgrünen glänzenden Oberfläche der Tasche der mehrerwähnte mattweisse Anflug oder Reif erscheint. Derselbe pflegt ziemlich gleichzeitig auf der ganzen Oberfläche aufzutreten. Es entwickeln sich jedoch auf dieser nicht alle Asci zu gleicher Zeit, sondern zunächst immer einzelne auf der ganzen Tasche zwischen anderen noch minder entwickelten zerstreute; letztere folgen dann später nach, und es dauert mehrere Tage bis alle Schläuche des Hymenium ihre Sporen gebildet und entleert haben. Je mehr das Hymenium reift, desto mehr geht seine weisse Farbe in ein blasses schmutziges Ockergelb über, woraus zu schliessen ist, dass letzteres die Farbe der Sporen darstellt. Mit der völligen Reife des Hymeniums wird die Tasche welk, schlaff und alsbald von verschiedenerlei Schimmelpilzen occupirt, unter deren Einfluss sie sich rasch zersetzt und gewöhnlich vertrocknet. In ihrem Gewebe finden von dem Zeitpunkt, wo sie ihre Ausdehnung vollendet hat, keine nennenswerthen Aenderungen mehr statt.

Auf der Innenseite der Fruchtwand fand ich bei den Schlehen- und Zwetschentaschen das Hymenium des Exoascus niemals, wohl aber immer auf der Oberfläche des fruchtbaren Eies. Zur Zeit, wo das Hymenium auf der Aussenseite der Tasche entwickelt ist, findet man das Mycelium in dem Integument des Ovulum verbreitet, und auf dessen Oberfläche zwischen Epithelium und Cuticula seine Fructificationsorgane in der beschriebenen Weise entwickelnd. Letztere bedecken entweder die ganze Oberfläche des Eies gleichmässig oder kommen nur an einzelnen Stellen derselben gruppen- oder büschelweise zur Ausbildung. Mit der Reife der Sporen schrumpft das Ovulum zusammen, oft schon bevor das Gleiche an der Wand der Tasche eintritt.

Was die Menge der Taschen, welche auf einem Baume oder Strauche entstehen, betrifft, so ist dieselbe sehr verschieden. In den von mir beobachteten Fällen war ihre Zahl im Verhältniss zu den nicht entartenden, normal reifenden Früchten immer gering.

Ihre Vertheilung an den Zweigen und Aesten ist durchaus regellos, sehr oft stehen Taschen und gesunde Früchte an einem und demselben Aestchen dicht neben einander.

An Prunus Padus sind die Erscheinungen bei der Taschenbildung in einigen, allerdings nicht den wesentlichsten Punkten von den beschriebenen verschieden. Soweit ich es bestimmen konnte immer, jedenfalls in sehr vielen Fällen ist hier die Entartung des Fruchtknotens schon vor dem Aufblühen zu bemerken. Wenn die Blüthe sich zu öffnen beginnt, erscheint er als ein schmal länglicher Körper, mit hornförmig gebogenen Griffel versehen und bleicher gefärbt als im gesunden Zustand. Während des Blühens und unmittelbar nachher streckt er sich rasch bis zu der drei- und vierfachen Länge normaler gleichaltriger Fruchtknoten. Die Kelchröhre behält hierbei manchmal ihre normale Beschaffenheit, sie ist dünn, krautartig, aussen lebhaft grün, kurz-glockenförmig und am Schlunde 3½ bis 4 Mm. weit. In der Mehrzahl der Fälle nimmt sie aber an der Entartung Theil, gewöhnlich ganz, zuweilen nur auf einer Seite. Sie schwillt zu einem fleischigen bleichen Körper an von der Gestalt einer flachen Schale oder krümmt ihre Ränder zurück, so dass die Innenseite convex wird, wobei sie meistens vom Rande aus radiale Risse erhält. Ihr Breitedurchmesser steigt bis auf 12 Mm. Besonders ihre auch im normalen Zustand wollig behaarte Innenfläche schwillt dabei wulstig an. Wo die Kelchröhre degenerirt fand ich immer auch die ihr aufsitzenden Staubfäden stark angeschwollen, entweder nur an ihrer Basis oder bis dicht unter die Antheren. Die übrigen Blüthentheile nehmen, soweit meine Beobachtungen reichen, an der Entartung keinen Theil. Die 5 Zähne eines angeschwollenen Kelches bleiben dünnhäutig und vertrocknen bald nach dem Aufblühen. Die Petala fand ich manchmal beim Aufblühen grünlich gefärbt, sonst frisch, oft vertrocknen sie schon vor oder während dem Aufblühen und nehmen braune Farbe an, nicht selten zeigen sie aber auch in sehr stark degenerirten Blumen schneeweisse Farbe und ein in jeder Beziehung normales Verhalten. Die von den angeschwollenen Staubfäden getragenen Antheren sind anfänglich immer von normalem Bau und enthalten anscheinend gesunden Pollen, werden aber sehr bald braun und vertrocknen. Das Blüthenstielchen, welches den entarteten Kelch trägt, bleibt entweder den normalen gleich, oft ist es aber auch, dem Kelche und Fruchtknoten ähnlich, fleischig angeschwollen und bleich oder durch Erythrophyll röthlich gefärbt. Die gemeinsame Achse des ganzen traubigen Blüthenstandes endlich zeigt oft durchaus normale Beschaffenheit, auch wenn die Blüthenstielchen geschwollen sind; nicht selten erstreckt sich aber die Entartung auch auf sie, sie ist ihrer ganzen Länge nach oder nur in ihrem oberen Theile gleich den Blüthenstielchen angeschwollen und bleich,

oft sechs- bis siebenmal dicker als im normalen Zustande, und dabei meistens stark verkrümmt.

Die Anschwellung der genannten Theile rührt, wie bei den Zwetschen- und Schlehentaschen, zunächst von einer abnormen Vermehrung des Parenchyms her, und bei genauerer Untersuchung findet man in ihnen das Mycelium das Exoascus. Dieses verhält und verbreitet sich hier gerade so, wie es oben für die Taschen von Prunus spinosa und domestica beschrieben wurde und bildet in der nämlichen Weise wie dort sein Hymenium auf der Oberfläche der geschwollenen Theile. An den Kelchen und Staubfäden ist das Hymenium viel früher reif als auf den Früchten, so dass jene Theile abgewelkt und vertrocknet sind, wenn der Pilz auf letzteren die Höhe seiner Entwickelung erreicht. In der entarteten Frucht selbst findet nur insofern eine wesentliche Verschiedenheit von Pr. domestica und spinosa statt, als sich bei Pr. Padus nicht nur auf der Aussenfläche, sondern auch auf der ganzen Innenfläche der Wand das Exoascus-Hymenium entwickelt. Die Oberfläche des fruchtbaren Eies ist von dem letzteren ebenso wie bei den zwei anderen Arten überzogen, das Integument vom Mycelium durchwuchert, welches auch auf der Innenseite dieses Organs ein Hymenium erzeugt. In dem hyalinen Gewebe des Eikerns fand ich das Mycelium bei Pr. Padus ebensowenig wie bei Pr. spinosa und domestica, aber auf der Oberfläche des Kerns verbreiten sich oft Myceliumfäden von der Chalaza aus und entwickeln sich wie oben beschrieben wurde, nur dass sie sich spärlicher verzweigen und daher keinen dichten Ueberzug bilden. Ihre einzelnen Glieder nehmen zuletzt blasige Form an und einzelne derselben bilden Asci, welche jedoch oft unfruchtbar bleiben (Fig. 14). Einen Embryo habe ich in den befallenen Ovulis von Pr. Padus nicht gefunden, jedoch auch nicht viel danach gesucht. Ziemlich oft fand ich dagegen kein Ovulum, welches den Namen des fruchtbaren mit Recht hätte führen können, vielmehr beide Eier als kleine, gleichgrosse geschrumpfte Knöpfchen der Fruchtwand ansitzend. Es scheint hiernach, als ob in den Taschen von Prunus Padus jedenfalls häufig beide Eier unbefruchtet blieben, was bei dem frühzeitigen Anfang der Taschenbildung von vornherein wahrscheinlich und durch denselben hinreichend erklärt ist. Was die Verbreitung des Myceliums in den nicht angeschwollenen Organen der Ahlkirsche betrifft, so habe ich dasselbe in dem Weichbaste normaler taschentragender Blüthenstielchen immer bis zu ihrer Basis verfolgen können, niemals aber in die Hauptachse der Traube, soweit diese nicht selbst angeschwollen war, und ebensowenig in die Rinde der vorjährigen Zweige, welche die degenerirten Trauben trugen. Hinsichtlich der Vertheilung und Häufigkeit der degenerirten Theile in einer

Traube, an einem Zweig und dem ganzen Baum kommen fast alle erdenkbaren Fälle vor. Ich will mit ihrer Aufzählung den Leser nicht ermüden und nur bemerken, dass meistens, aber keineswegs immer in dem Gipfel der Traube mehr und stärker entartete Theile vorkommen als an der Basis; und dass mir nur solche Fälle nicht vorgekommen sind, in welchen die Hauptachse unten entartet und oben gesund, oder alle Blüthen einer Traube entartet, oder endlich der Kelch einer Blüthe degenerirt, die Frucht aber gesund gewesen wäre. Nur zwei von den genauer untersuchten Fällen mögen hier als Beispiele angeführt werden.

1. Traube mit 29 Blüthen. Hauptachse der ganzen Länge nach angeschwollen, unten zweimal, oben fast siebenmal so dick wie im normalen Zustand, hornförmig gekrümmt. Blüthe 1—8: sammt ihren Stielchen ganz normal. Blüthe 9: Stielchen an der Basis stark angeschwollen, Kelch, Petala, Stamina ganz normal, Pistill degenerirt. Blüthe 10—12: Stiel, Kelch, Staubfäden und Fruchtknoten degenerirt, Petala normal, schneeweiss. Blüthe 13—29: Alle ebenso wie 10—12, aber Petala braun, vertrocknet, ebenso der gestreckte hornförmige Fruchtknoten.

2. Traube mit 24 Blüthen. Hauptachse unten normal, oben degenerirt. Blüthe 1, 3, 4, 7 bis 15, 17, 18, 20 ganz gesund und normal; in Blüthe 2, 5, 6, 16, 19, 21 bis 24 Kelch und Fruchtknoten degenerirt[25]).

Auch an solchen Trauben, wo die Mehrzahl der Blüthen entartet ist, können die gesund gebliebenen normale Früchte entwickeln, sobald die Hauptachse nicht degenerirt ist; an entarteten Hauptachsen habe ich keine gesunden Früchte beobachtet.

Die Blüthentheile und ihre Träger, von welchen bisher allein die Rede war, sind keineswegs immer die einzigen Organe, welche von dem Exoascus bewohnt werden. Bei der Zwetsche habe ich denselben bis jetzt allerdings nur auf den Früchten gefunden. Bei Pr. spinosa und Padus beobachtet man ihn aber zur Zeit, wo die Taschen sich bilden, nicht selten auf jungen diesjährigen Laubtrieben, welche in sehr verschiedener Menge und ganz regellos zwischen gesunde Laub- und Blüthensprosse eines Stockes vertheilt sind. Die Achse solcher Triebe ist bis auf das Dreifache der normalen Dicke angeschwollen und an Färbung den Taschen oder entarteten Blüthenstielen durchaus ähnlich. Die Entartung erstreckt sich entweder nur auf den oberen Theil oder

---

[25]) Es bedarf wohl keiner ausdrücklichen Erwähnung, dass die Worte degenerirt, entartet u. s. w. sich hier immer nur auf die eine bestimmte, mit der Entwickelung des Exoascus verbundene Entartung beziehen.

über die ganze Achse; diese ist zumal in dem letzteren Fall oft beträchtlich kürzer als an normalen Trieben, häufig auch den degenerirten Blüthenstengeln ähnlich gekrümmt. Von der Achse aus setzt sich die Anschwellung und bleiche Färbung auf die Blattstiele, oft auch auf den Blattmittelnerven und selbst die Basis der Secundärnerven fort. Die degenerirten Stiele sind meist stark gekrümmt, die Lamina, welche sie tragen, entweder ganz normal oder, wenn Medianus und Secundärnerven mit ergriffen sind, oft verkümmert, verschiedentlich missgestaltet und frühzeitig braun und vertrocknet. In den degenerirten Achsen, Blattstielen und Rippen findet man wie in den Blüthenstielen das hypertrophische Gewebe durchzogen von Exoascusmycelium, welches zuletzt auf der Oberfläche der Theile sein Hymenium ausbildet. In dem Blattdiachym fand ich den Pilz nicht und ebensowenig konnte ich ihn bis in die Rinde der vorjährigen Zweige, von welchen die degenerirten Sprosse entspringen, verfolgen.

Hiermit schliessen meine Beobachtungen über das Vorkommen und die Entwickelung des Exoascus in den Organen der Pflaumenbäume ab. Es erübrigt noch, das Verhalten der reifen Asci und Sporen näher zu betrachten. Mit der Reife der Sporen ist, wie schon oben angegeben wurde, das Protoplasma, welches sie zuerst umgab, bis auf einen geringen, die Sporen mit einander verklebenden Rest verschwunden; diese rücken in das obere Ende des Ascus und sind hier zu einer unregelmässigen Gruppe zusammengedrängt. Die Membran des Ascus bleibt von einem sehr dünnen Primordialschlauch bekleidet, innerhalb desselben befindet sich farblose wässerige Flüssigkeit (Fig. 8 *d, f, g*). Die Menge der letzteren vermehrt sich fortwährend, was an der zunehmenden Turgescenz der Asci deutlich zu erkennen ist. Es muss hierdurch ein Druck auf die Innenseite der Schlauchwand ausgeübt und diese immer mehr ausgedehnt und gespannt werden, so lange sie dem Druck Widerstand zu leisten vermag. Zuletzt hört diese Widerstandsfähigkeit auf, in dem Scheitel des Ascus erhält die Membran einen weiten unregelmässigen Riss, in demselben Augenblick schnurrt die Seitenwand vermöge ihrer Elasticität zusammen und hierdurch wird der wässerige Inhalt sammt den Sporen aus dem geöffneten Scheitel mit Gewalt hervorgespritzt. Diese Vorgänge stimmen in allen wesentlichen Punkten mit den bei der Sporenentleerung vieler anderer Ascomyceten, zumal Discomyceten stattfindenden und den oben für Protomyces macrosporus beschriebenen überein. Da ich dieselben ausführlicher an einem anderen Orte zu besprechen beabsichtige, so beschränke ich mich hier auf die obigen Andeutungen. Nach dem Gesagten ist es selbstverständlich, dass die Ausspritzung der Sporen beschleunigt werden muss durch plötzlich gesteigerte Wasseraufnahme, woraus sich die sofortige Entleerung

reifer Asci, welche in Wasser gelegt werden, erklärt. Und ferner muss eine Beschleunigung der Ejaculation dann eintreten, wenn der Druck, unter welchem die Ascuswand steht, von aussen her gesteigert wird, daher sich die reifen Asci eines Hymenium um so bälder entleeren, je mehr andere sich zwischen sie eindrängen, je mehr also die Ausbildung des Hymeniums vorwärts schreitet.

In den auf der Entwickelungshöhe stehenden Hymenien ejaculiren fortwährend einzelne Asci ihre Sporen. Legt man eine frische Tasche, welche vom Hymenium überzogen ist z. B. auf eine Glasplatte, so findet man in ihrem Umkreis schon vor Ablauf einer Stunde zahlreiche Gruppen von je 8 Sporen, jede ursprünglich in einem kleinen Tröpfchen wässeriger Flüssigkeit liegend, zuweilen auch noch von körnigen Protoplasmaresten umgeben (Fig. 9 *a*). Im Laufe eines Tages vermehrt sich die Zahl der ejaculirten Sporen derart, dass rings um die Tasche ein weisslicher, fein staubiger Hof entsteht, der eine Breite von etwas über 1 Cm. zu erreichen pflegt; die Sporen werden also 1 Cm. weit weggeschleudert.

Die einzelnen Sporen (Fig. 8 *d*, *f*, *g*, 9) sind rundlich oder breit oval, die meisten etwa $^1/_{112}$ Mm. lang und $^1/_{150}$ Mm. breit, manche etwas grösser oder kleiner ($^1/_{100}$ Mm., $^1/_{170}$ Mm. u. s. w.), manchmal ist die Grösse der in einem Ascus enthaltenen ziemlich ungleich. Sie sind mit einer einfachen farblosen zarten Membran versehen, welche fast homogenes, nur wenig körniges Protoplasma umschliesst; in der Mitte des letzteren befindet sich oft ein heller, zart umschriebener rundlicher Raum, der wohl als Vacuole zu bezeichnen sein wird. Wenn die aus dem Ascus entleerten Sporen in Wasser oder in einer nicht zu concentrirten Zuckerlösung liegen, so beginnen sie sehr bald, oft schon 30 bis 50 Minuten nach der Entleerung, in einer eigenthümlichen Weise zu keimen. Sie verhalten sich nämlich genau wie die Zellen der Bierhefe in einer zu ihrer Vermehrung geeigneten Flüssigkeit thun (Fig. 10, 11, 12). An irgend einem Punkte sprosst eine kleine Ausstülpung hervor, welche an ihrer Ursprungszelle sehr schmal bleibt, im übrigen fast zu der Grösse ihrer Mutterzelle heranwächst, die gleiche Structur wie diese und entweder längliche oder breit elliptische bis rundliche Form annimmt. Schon bevor sie ihre volle Grösse erreicht hat, gliedert sie sich durch eine Querwand von der Mutterzelle ab, indem sie dabei mit dieser locker verbunden bleibt oder sich ganz loslöst. Dieselbe Sprossung wiederholt sich später an anderen Punkten der Spore, und tritt wie bei dieser auch an ihren Sprossen mehrere Generationen hindurch ein. Sorgt man dafür, dass die Sprosszellen nicht von einander getrennt werden, indem man die Aussaaten vor Erschütterungen

schützt, so erhält man, genau wie bei der Cultur von Hefenzellen, aus jeder Spore nach einiger Zeit ein Büschel von reich verästelten kurzen rosenkranzförmigen Zellreihen, welche leicht erkennen lassen, wie sie aus Sprossungen verschiedener Generation bestehen. Fünf Stunden nach der Entleerung fand ich schon die dritte Sprossgeneration in Entwickelung begriffen, 24 Stunden nachher Büschel, an welchen 5 bis 7 Generationen, jede in zahlreichen Individuen, deutlich gezählt werden konnten (Fig. 10—13). Zwischen den Zellen verschiedener Generationen fand ich insofern einen Unterschied, als nur die der ersten die gleiche Grösse wie die Sporen erreichen, die übrigen aber um so kleiner sind, je späterer Generation sie angehören; und zwar ist, soviel ich beobachtet habe, dieser Grössenunterschied ein constanter und dauernder. In der Structur fand ich keine Verschiedenheit zwischen den Zellen verschiedener Generationen. Auch die primäre Zelle einer Sprossfamilie, d. h. die Spore behält, so lange die Sprossungen dauern, immer ihren ursprünglichen Bau mit der einzigen Modification, dass oft, doch nicht immer, die in dem Protoplasma vorhandene Vacuole grösser wird und schärfer hervortritt als zu Anfang; ohne dass jedoch letzteres je ganz verschwindet. Bei den in reines Wasser gemachten Aussaaten fand ich die Sprosszellen immer schmal elliptisch, oft fast cylindrisch, also in ihrer Gestalt von den Sporen verschieden (Fig. 10, 11). Bei Aussaaten in Zuckerlösung werden sie breiter, den Sporen ähnlich, bei einer Aussaat in eine etwa 10procentige mit wässerigem Decoct von Bierhefe versetzte Zuckerlösung hatten alle breit ovale bis kugelrunde Form (Fig. 12, 13).

Bei der Leichtigkeit, mit welcher die beschriebenen Sprossungen entstehen, ist es von vornherein wahrscheinlich, dass dieselben auch an denjenigen Sporen eintreten, welche bei der Ejaculation auf die Oberfläche der Taschen zurückfallen, denn diese erhalten hier die zu der Entwickelung nothwendige geringe Menge Flüssigkeit theils durch die Entleerung der Asci selbst, theils durch die atmosphärischen Niederschläge. In der That findet man auch die Oberfläche reiferer Taschen, zumal wo dieselbe die gelbliche Färbung zeigt, mit unzähligen der beschriebenen Sprosszellen dicht bedeckt, und diese häufig noch im Zusammenhange mit einander. Auch in der Höhlung reifer Taschen sind die hefeähnlichen Bildungen immer in Unmasse vorhanden, sowohl bei Prunus Padus, wo die ganze Innenfläche der Wand, als auch bei den zwei anderen Arten, wo nur das fruchtbare Ei von dem Exoascus-Hymenium überzogen ist.

Bei einer Vergleichung der hefenartigen Gebilde mit gewöhnlicher, in lebhafter

Sprossung befindlicher Bierhefe treten nur geringe Verschiedenheiten hervor, besonders wenn man von jenen die breitzelligen Formen, welche sich in Zuckerlösung bilden, im Auge behält. Die einzigen Unterschiede bestehen einestheils in der bei den späteren Generationen der Exoascussprossungen stetig abnehmenden Grösse, anderntheils darin, dass die Zellen der letzteren immer zärter contourirt und mit minder stark lichtbrechendem Protoplasma versehen sind, daher blasser aussehen als bei der Bierhefe. Auch zeigen dieselben, was ich bei letzteren nie fand, bei längerer Cultur in der Flüssigkeit sehr oft im Innern eine kleine rundliche excentrische Protoplasmamasse, von welcher viele fadenförmige, netzartig anastomosirende Streifchen nach allen Seiten hin ausstrahlen. Immerhin ist aber die Aehnlichkeit mit der Bierhefe gross genug, um beide Bildungen leicht miteinander verwechseln zu lassen, wenn sie untereinander gemengt sind. Es kann daher gefragt werden, ob die beobachteten Sprossungen wirklich von den Sporen des Exoascus ausgehen und nicht von ächten Hefezellen, welche diesen zufällig beigemengt sind; oder ob etwa die Sprosse der Exoascussporen mit den Zellen der Bierhefe identisch sind.

Die erste dieser Fragen ist leicht zu entscheiden. Bringt man einen dünnen Durchschnitt eines reifen Hymeniums in einen Wassertropfen auf den Objectträger, so kann man an demselben die Entleerung der Asci leicht sehen und solche Sporen, deren Austritt man direct beobachtet hatte, im Auge behalten. Beobachtet man letztere einige Stunden lang anhaltend, so überzeugt man sich auf das Bestimmteste, dass die beschriebenen Sprossungen von ihnen ausgehen. (Vergl. die Erklärung von Fig. 10, 11.) Nicht selten findet man selbst im Innern unverselrter Asci Sporen, an welchen die Sprossungen schon begonnen haben.

Die zweite Frage kann in Ermangelung sicherer morphologischer Anhaltspunkte dadurch beantwortet werden, dass man untersucht, ob die Sprosszellen und Sporen des Exoascus gleich der Hefe Alkoholgährung zu erregen vermögen. Ich habe zu diesem Zwecke eine Reihe von Versuchen angestellt, indem ich die genannten Theile des Exoascus in Zuckerlösungen brachte, deren Gährungsfähigkeit durch Vor- und Parallelversuche constatirt wurde, und welchen die zur Entwickelung der Fermentpilze nöthigen Stoffe in verschiedener Form und Menge zugesetzt waren. Sämmtliche Versuche ergaben übereinstimmend und unzweifelhaft das Resultat, dass die Entwickelungsproducte der Exoascussporen nicht im Stande sind in einer gährungsfähigen Zuckerlösung die Alkoholgährung zu erregen. Es dürfte daher auch überflüssig sein, die einzelnen Versuche hier zu beschreiben. Cultivirt man die sprossenden

Sporen in Zuckerlösungen oder in reinem Wasser, so hört die Vermehrung der Sprossungen nach wenigen Tagen auf, die einzelnen Zellen sterben früher oder später ab, ihr Inhalt schrumpft und zieht sich von der Membran zurück. In den Zuckerlösungen treten dabei in der Regel Vibrionen in Menge auf, zuweilen auch Schimmelpilze, deren Keime mit den Exoascussporen natürlicher Weise leicht in die Flüssigkeit gelangen können. Weitere Entwickelungserscheinungen an den Exoascussporen zu beobachten ist mir bis jetzt nicht gelungen. Frisch auf die feucht gehaltene Oberfläche junger Zweige, Blätter, Früchte und Knospen von Pr. domestica und Padus gebracht, zeigten sie mir nur die beschriebenen Veränderungen; ob und wie sie in die genannten Organe eindringen können, war ich nicht im Stande zu entscheiden. Mehrere Monate lang trocken oder in reinem Wasser aufbewahrte Sporen und Sprosszellen fand ich immer entwickelungsunfähig, augenscheinlich abgestorben. Es bleibt daher in der Entwickelungsgeschichte des Exoascus eine Lücke, welche durch fernere Beobachtungen auszufüllen sein wird. —

Um die Aetiologie der Taschenbildung ganz unzweifelhaft festzustellen, ist es allerdings nothwendig, dass die Entwickelungsgeschichte des Exoascus zum vollständigen Abschluss gebracht werde. Doch geht, wie mir scheint, schon aus den bis jetzt bekannten Thatsachen mit nahezu vollständiger Gewissheit hervor, dass die Vegetation des von Fuckel entdeckten Pilzes die alleinige nächste Ursache der Entartungen der Pflaumenbäume ist, von welchen hier geredet wird. Beachtet man die oben ausführlich dargestellte Vertheilung der von Exoascus bewohnten degenerirten Organe auf den Bäumen, sowie den Umstand, dass letztere selbst im übrigen ganz gesund sind (was wenigstens in den von mir untersuchten Fällen unzweifelhaft war), so sieht man ein, dass die Entartungen nur eine local wirkende Ursache haben können, d. h. eine solche, die auf die degenerirenden Theile allein einwirkt und andere, diesen gleichnamige, gleichalterige und nächstbenachbarte unberührt lässt. Die atmosphärischen Agentien, wie Wärme, Nässe u. s. w., können daher unmöglich die bestimmenden Ursachen sein, denn es ist nicht einzusehen, wie sie auf gleiche Organe, welche ihnen in gleicher Weise ausgesetzt sind, durchaus verschiedene Wirkungen auszuüben vermögen. Dass Verletzungen durch Insekten nicht in Betracht kommen können, zeigt jede halbwegs aufmerksame Beobachtung; dass Befruchtungsstörungen keine ursächliche Bedeutung haben können, geht einerseits aus dem Vorhandensein vollkommen befruchteter, einen normal entwickelten Embryo enthaltender Eier in den Schlehen- und Zwetschentaschen, andererseits aus dem Vorkommen der Entartung

an Laubsprossen unzweifelhaft hervor. Fallen aber alle diese von den älteren Autoren angenommenen Ursachen weg, so bleibt den mitgetheilten Beobachtungen zufolge, der Exoascus wie mir scheint allein übrig. Die Wahrnehmungen, dass der Pilz beständig und ausnahmslos in den degenerirten Organen, und zwar nur in diesen und ihrer unmittelbaren Nähe vorhanden ist, dass die engsten Beziehungen zwischen seiner Entwickelung und dem Fortschreiten der Entartung bestehen, und dass sein Mycelium in den Bastbündeln der entartenden Organe offenbar schon vor Beginn der Degeneration weit verbreitet ist, deuten schon an und für sich ziemlich bestimmt darauf hin, dass die Entartung eine Wirkung der Pilzvegetation ist; und diese Ansicht erhält dadurch eine feste Stütze, dass die in dem vorliegenden Falle beobachteten Erscheinungen in allen Punkten, auf welche es hier ankommt, mit anderweitig beobachteten übereinstimmen, bei welchen es bestimmt und lückenlos nachgewiesen ist, dass die Entwickelung eines parasitischen Pilzes die alleinige unmittelbare Ursache von Entartung und Krankheit seiner Nährpflanze darstellt. Ich will hier nur an das eine Beispiel des Cystopus candidus und der Anschwellungen, Verkrümmungen und taschenförmigen Erweiterungen, welche er an Blüthenstielen und Früchten der Cruciferen verursacht, erinnern.[26]) Dass der Exoascus von aussen her durch seine eindringenden Keime in die Pflanzentheile gelange, wird bei unseren dermaligen Kenntnissen von den Schmarotzerpilzen nicht zu bezweifeln sein. Wie, wo und wann dies geschieht, müssen fernere Beobachtungen entscheiden, für welche, wie ich glaube, schon in dem oben Mitgetheilten einige Andeutungen enthalten sind. Es versteht sich von selbst, dass mit dem bisher gesagten ein Einfluss der Witterung auf die Taschenbildung nicht geleugnet werden soll, da ja die Entwickelung des Exoascus so gut wie die jeder anderen Pflanze in gewissem Grade von dem Wetter abhängig sein muss. Fälle von excessiv häufiger und excessiv seltener Taschenbildung mögen auch in Witterungsanomalien ihre Veranlassung haben können. Allein man würde sich sehr täuschen, wenn man, den älteren Autoren folgend, solche Anomalien für nothwendige Gelegenheitsursachen der Exoascus- und Taschenentwickelung halten wollte. In den beiden letzten Jahren z. B. waren die Zwetschenbäume, welche ich genau beobachtet habe, von ihrer Blüthezeit an bis zum Erscheinen der Taschen sehr verschiedener Witterung ausgesetzt; nichts destoweniger trugen die nämlichen Bäume in beiden Jahren Taschen in gleicher Häufigkeit, soweit

---

[26]) Vgl. de Bary, Recherches sur le développement de quelques Champignons parasites. Ann. des Sc. nat. 4e Sér. Tom. XX.

sich das abschätzen lässt. Es mag erlaubt sein, die Witterungsverschiedenheiten in dem erwähnten Zeitraum beider Jahre wenigstens den Hauptpunkten nach anzugeben.

1863 begann die Blüthe der beobachteten Bäume um den 15. April, die ersten Taschen erschienen am 12. Mai. Während dieser Zeit herrschte beständige, ziemlich warme, man kann sagen normale Frühlingswitterung; meist unterbrochen bewölkter Himmel; wenig Regen fiel am 17., 21., 23., 25., 27., 28., 30. April, am 2., 3., 4., 5. u. 10. Mai, starker und dauernder Regen am 15. April. Die niederste Temperatur war + 4° C. (am 20. April, Maximum desselben Tages + 17° C.), am 29. April war das Tagesminimum + 5° C. (Maximum desselben Tages + 15°). Vom 1. Mai an sank das Tagesminimum nie unter + 8° C. Das niederste Tagesmaximum (im Schatten) betrug während der ganzen Zeit + 13° C. (25. und 30. April).

1862 ist durch mehrfache Anomalien ausgezeichnet. Die Blüthe der Zwetschen beginnt um den 25. März, die ersten Taschen erscheinen an den beobachteten Bäumen am 3. u. 4. Mai. Temperatur vom 25. März bis 11. April für die Jahreszeit warm: niederste Tagesminima + 4° C. (25. März) + 3° (2. April). Niederstes Tagesmaximum (immer im Schatten) + 13° C. (31. März) höchstes + 22° C. (26. März, 9. April). Himmel meist unterbrochen bewölkt, Regen am 27. März den ganzen Tag, am 28. Vormittags, am 31. Nachmittags. Am 12. April plötzliches Sinken der Temperatur: Tagesminimum + 5°, Maximum + 11°. Am 13. Minim. + 2°, Maximum + 8°, Nebel, Schnee. Am 14.—16. April Nachtfröste und Reif (Minimum der Tage: — 3°, — 1°, 0°, Maximum + 8°, + 10°, + 12°). Vom 17. April an steigt die Temperatur wieder auf den Stand vor dem 12., vom 20. April bis 6. Mai sinkt das Tagesminimum nie unter + 8° C., niederstes Tagesmaximum während dieser Zeit + 17°, höchstes + 27° C. Nur am 22., 23., 26. April wenig Regen.

Achtet man auf die Taschen, so findet man dieselben, soweit meine Erfahrungen reichen, in der Regel alljährlich an denselben Bäumen. Wenigstens erinnere ich mich bestimmt, dass sie mir in den letzten 5 Jahren alljährlich aufgefallen sind an einigen Exemplaren von Prunus Padus, bei denen ich täglich vorübergehe; aus den letzten 2 Jahren habe ich genaue Notizen darüber. Ebenso bestimmt weiss ich allerdings auch, dass ich vor dem Jahre 1862 an den Zwetschenbäumen in der Nähe meiner Wohnung keine Taschen bemerkt habe, dass ich sie aber fast an allen diesen Bäumen in Menge fand, sobald ich 1862 und 1863 danach suchte; und ganz ähnlich ist es mir mit den Schlehen ergangen.

Nach diesen Erfahrungen ist es wohl erlaubt anzunehmen, dass die Ansichten,

nach welchen Witterungsanomalien die Taschenbildung veranlassen sollen, einfach darin ihren Grund haben, dass die Autoren in einzelnen Jahren Taschen beobachteten, in welchen ihnen zufällig auch jene Anomalien aufgefallen waren; dass sie aber zwischen beiden Erscheinungen einen Causalzusammenhang blos deshalb annahmen, weil sie meinten die Taschenbildung komme in anderen Jahren nicht vor, eine Meinung welche ihren Grund nur in der Nichtbeachtung genannter Erscheinung hat.

Betrachtet man den Exoascus vom Gesichtspunkte der beschreibenden Mycetologie aus, so ist zunächst zu bemerken, dass bis jetzt kein irgend erheblicher Unterschied gefunden werden konnte zwischen den auf Prunus domestica, spinosa und Padus vorkommenden Formen; höchstens fand ich auf letzteren Species zuweilen die Asci etwas kleiner als auf den beiden anderen, doch ist diese Eigenthümlichkeit keineswegs eine beständige. Die genannten Formen sind daher unter einer und der nämlichen Art, Exoascus Pruni Fuckel, zu vereinigen. Dass die Gattung Exoascus eine wohlbegründete und von allen bekannten Pilzgenera verschiedene ist, bedarf wohl keiner ausführlichen Beweisführung; in wieweit die von Fuckel gegebene kurze Characteristik derselben „Sporidia in asco libero, asci in hypha brevissima“ abzuändern und zu verbessern ist, ergibt sich aus den mitgetheilten Beobachtungen von selbst. Was die Stellung der Gattung im Systeme anlangt, so dürfte der ihr von Fuckel gegebene Platz unter den Haplomyceten Fr. und neben den Mucorinen schwerlich der richtige sein. Mir scheint es nicht zweifelhaft, dass sie auf Grund der Entwickelung ihres Hymeniums, ihrer Asci und Sporen zu den ächten Discomyceten mit stets freiem Hymenium gehört, also an die Seite von Helvella, Spathulea, u. s. w. und dass sie sich zu den letzgenannten Gattungen ganz ähnlich verhält, wie unter den verwandten Pyrenomyceten etwa Sphaeria typhina zu den mit grossem fleischigem Fruchtträger versehenen Cordycepsformen. Die Gattung Exoascus scheint eine sehr grosse geographische Verbreitung zu haben. Aus den oben mitgetheilten Nachrichten geht zunächst hervor, dass die durch Exoascus Pruni erzeugten Taschen der Pflaumenbäume in dem mittleren und südlichen Europa eine sehr häufige Erscheinung sind, und die meisten Leser werden dieses durch ihre eigenen Erfahrungen bestätigen können. J. Robb (l. c.) hat offenbar die nämliche Erscheinung an Pflaumenbäumen zu Fredericton in Neu-Braunschweig beobachtet. Und Wallich hat im Himalaya einen wie es scheint mit Cerasus Padus verwandten Baum gefunden, welcher neben seinen normalen, eiförmig-runden Früchten monströse, hülsenähnliche so häufig trägt, dass er nach den letzteren Cerasus cornuta genannt worden ist. Treviranus, welcher die Abbildung von C. cornuta bei Royle

gesehen hat und ein Anonymus im Gardener's Chronicle (s. Bot. Ztg. 1853, 816) tragen kein Bedenken, jene hülsenähnlichen Früchte für Taschen zu halten.

Ich selbst konnte weder Abbildungen noch Exemplare von C. cornuta vergleichen. Auf meine Bitte in dem Kgl. Herbarium zu Berlin Cerasus cornuta aufzusuchen, antwortete mir A. Braun: „Meine Nachsuchungen nach Cerasus cornuta waren vergeblich. Unser Herbarium ist zwar sehr reich an Exemplaren verschiedener Cerasus-Arten aus Sikkim und Nepal, Wallich'schen Originalexemplaren und solchen von Hooker und Thomson, unter denen auch mehrere Varietäten von Prunus Padus vorkommen, aber Cerasus cornuta fehlt, was darauf hinzudeuten scheint, dass es eine monströse Form ist, die wahrscheinlich nur einmal von Wallich gesammelt worden ist." Nach den mitgetheilten Daten dürfte es aber kaum zweifelhaft sein, dass die im Himalaya wie im nördlichen Amerika beobachteten Missbildungen von einem Exoascus herrühren; ob von dem europäischen Ex. Pruni oder einer andern verwandten Art müsste noch untersucht werden.

III. Zur Morphologie der Phalloideen.

Tafel IV.

Die beiden in Mitteleuropa verbreiteten Phalloideen, Phallus impudicus L. und Ph. caninus Huds. oder Cynophallus der neueren Autoren gehören ihrer wunderbaren Form und ihres eigenthümlichen Auftretens wegen gewiss zu den bekanntesten Schwämmen, und insonderheit dürfte Ph. impudicus zu denjenigen zu zählen sein, welche am häufigsten beschrieben und abgebildet worden sind, von der Schrift des Hadrianus Iunius[27]) an bis auf unsere Tage. Die vorhandenen Kenntnisse über ihre Structur und besonders ihre Entwickelung sind dagegen vielfach lückenhaft, wenngleich Einzelne, zumal für seine Zeit Micheli und neuerdings vor Allen Corda (Icon. fung. Tom. V, VI), dessen Arbeiten über Phalloideen meines Erachtens zu den besten, welche dieser fleissige Forscher geliefert hat, gehören, gute Aufschlüsse darüber gegeben haben. Es scheint mir daher nicht überflüssig, wenn ich in Folgendem die Resultate einiger entwickelungsgeschicht-

---

[27]) Phalli, ex fungorum genere in Hollandiae sabuletis passim crescentis descriptio et ad vivum expressa pictura, Hadriano Iunio Medico auctore. Res nova et prioribus saeculis incognita. Delphis (Delft) 1564. Vgl. darüber Bot. Zeitung, 1864, Nr. 16.

licher Untersuchungen, welche theils an Ph. impudicus, besonders aber an Ph. caninus angestellt worden sind, mittheile, zumal da dieselben wie ich glaube zum Verständniss der ganzen Phalloideengruppe im Sinne von Fries Systema Mycologicum d. h. sowohl der Phalloideen als auch der Lysuroideen und Clathraceen Corda's beitragen dürften. Von der Litteratur, welche die Phalloideen behandelt, hat v. Schlechtendal vor kurzem in dem 31. Bande der Linnäa (1861—62) das Meiste ausführlich zusammengestellt. Ich glaube daher den Umfang dieses Aufsatzes nicht durch eine abermalige Aufzählung derselben nutzlos vermehren zu sollen, sondern verweise den Leser auf genannten Band der Linnäa und auf Hoffmann's Index fungorum.

Die Mycelium von Phallus caninus findet sich in Wäldern, theils in humusreicher Erde, theils in faulem Holze. Ich fand es in weissfaulen Stämmen von Carpinus Betulus, Abies pectinata DC., Andere fanden den Pilz auf faulen Strünken von Corylus, er scheint daher unter den Holzarten welche er bewohnt keine strenge Wahl zu treffen. Das Mycelium perennirt; ich beobachte es seit 4 Jahren in einem und demselben Weisstannenstumpfe, wo es alljährlich zahlreiche Fruchtkörper erzeugt. Es stellt wurzelähnliche cylindrische Stränge dar, welche über fusslang werden und in zahlreiche oft netzartig anastomosirende Zweige getheilt sind, von denen die stärkeren über 1 Mm. dick, die feineren haardünn sind. Letztere spalten sich an ihren Enden oft in zahlreiche mikroskopisch-feine Fasern oder Fäden, welche sich in dem Holze und dem Boden ausbreiten oder, in letzterem, Holz- und Rindenstückchen, Früchte u. s. w. umspinnen. Die Stränge bestehen aus sehr zahlreichen dünnen septirten Pilzhyphen, welche sämmtlich der Länge des Stranges nach verlaufen, und in der Mitte des Stranges ziemlich gerade und fest aneinander gedrängt, ohne luftführende Interstitien, in den oberflächlichsten Lagen unregelmässig geschlängelt, locker verflochten und vielfach durch lufthaltige Interstitien von einander getrennt sind. Auf dem Querschnitte ist der Strang für das blosse Auge grösstentheils gelblich, etwas durchscheinend, aussen von einer nur dünnen weissen Schicht wie von einer Rinde überzogen. Der gelbliche Theil entspricht dem luftfreien, der weisse dem lufthaltigen Gewebe. Letzteres verdankt seine Farbe wohl zum Theil dem Luftgehalt, hauptsächlich aber einer reichlichen Ablagerung von oxalsauerem Kalk. Dieser findet sich vorzugsweise zwischen den Hyphen und auf der Aussenseite der oberflächlichsten, in Form von unregelmässigen eckigen kleinen Krystaldrusen, welche den Hyphen anhaften und dieselben oft dicht incrustiren. Selten kommen zwischen den Drusen regelmässige Octaeder vor. Ferner sind an den oberflächlichen Fäden oft einzelne Zellen in ihrer Mitte zu kugeligen bis $1/_{20}$ Mm. grossen

Blasen angeschwollen, deren jede von einer aus oxalsaurem Kalke bestehenden Kugel zum grössten Theile ausgefüllt wird. Die Kugeln sind solide oder mit einer engen centralen Höhlung versehen und von strahlig-faseriger Textur (Fig. 14). Als oxalsauren Kalk bezeichne ich die genannten Krystalle und krystallinischen Kugeln auf Grund folgender Reactionen. Sie sind unlöslich in Essigsäure, lösen sich ohne Gasentwickelung in Salzsäure und Schwefelsäure, in letzterer unter gleichzeitigem Anschiessen von Gypsnadelchen. Durch Glühen werden sie ohne ihre Form zu verändern gebräunt, nach dem Glühen lösen sie sich leicht und unter lebhafter Gasentwickelung in Essigsäure und den genannten Mineralsäuren. Es mag hier kurz bemerkt werden, dass der oxalsaure Kalk in den Geweben und auch auf der Oberfläche von Pilzen in sehr grosser Verbreitung und Häufigkeit vorkömmt und dass speciell viele Mycelien ihm ihre weisse Farbe verdanken. Die Formen, in welchen er auftritt, sind je nach den einzelnen Fällen sehr verschieden, fast immer findet er sich zwischen den Fäden, aus welchen der Pilz besteht oder auf der Aussenfläche; für sein Vorkommen im Inneren von Zellen ist das oben beschriebene Beispiel das einzige mir bis jetzt mit Sicherheit bekannte. Alle Krystalle, welche man bis jetzt auf Pilzen gefunden hat, und es sind solche für eine nicht geringe Zahl von Fällen gelegentlich beschrieben worden, gehören zu diesen Ablagerungen von oxalsaurem Kalk, über welche ich anderwärts ausführlicher reden werde[28]). Hier mag nur noch darauf hingewiesen werden, wie unbegründet es ist, wenn Nylander (Synops. Lichenum, p. 4) die Ablagerungen von oxalsaurem Kalke den Pilzen abspricht und als eine Eigenthümlichkeit des Flechtengewebes bezeichnet.

Die bis jetzt fast allein bekannten Organe des Phallus caninus, aus welchen zuletzt die Sporenmasse von einem spindelförmigen Stiele getragen hervorbricht, will ich die Fruchtkörper nennen. Ihre jüngsten Anfänge sitzen immer auf den dünnen haar- bis borstendicken Myceliumästen, und zwar meistens terminal, seltener seitenständig. Aeltere Fruchtkörper werden dagegen immer von dickeren Strängen getragen: es scheint daher, dass diese während der Ausbildung ersterer in die Dicke wachsen (Fig. 1).

Die Fruchtkörper selbst treten zuerst als kleine ovale, etwa 1—1½ Mm. lange Körperchen auf, gleichsam Anschwellungen der Myceliumzweige, mit glatter schneeweisser Oberfläche und durchaus von einem gleichförmigen, dichten weissen Geflechte

[28]) Von den Incrustationen der Myxomyceten ist hier nicht die Rede. Sie bestehen, wie ich anderwärts (Zeitschr. für wissensch. Zoolog. X.) gezeigt habe, aus kohlensauerem Kalke.

feiner Hyphen, welche sich unmittelbar in die des Myceliums fortsetzen, gebildet (Fig. 1. 2). Die Hyphen sind sehr zart, ihre Dicke mag etwa $^1/_{500}$ Mm. — $^1/_{450}$ Mm. betragen, ist jedoch nicht leicht ganz genau zu bestimmen: sie sind reich verzweigt, die Interstitien ihres dichten Geflechts lufthaltig; ich will dieses Gewebe in Folgendem als das primitive bezeichnen. Etwas grössere, etwa 2 Mm. lange Exemplare zeigen einen in soferne veränderten inneren Bau, als in ihrer oberen (d. h. dem Insertionspunkt an dem Mycelium abgekehrten) Hälfte, eine kurze Strecke innerhalb der Aussenfläche eine schmale glockenförmige (auf dem radialen Längsschnitt hufeisenförmige) Schichte verläuft, welche gallertartig, durchscheinend, in reflectirtem Lichte betrachtet wässerig grau ist. Alle übrigen Theile haben das ursprüngliche Ansehen. Der Körper besteht somit in seiner oberen Hälfte aus einer axilen, kuppelförmigen Mittelsäule, welche durch die Gallertschicht von der weissen Aussenwand getrennt ist. Mittelsäule und Aussenwand setzen sich in das weisse Gewebe der unteren Hälfte continuirlich fort (Fig. 3). Bei etwa erbsengrossen Exemplaren hat die Gallertschicht an Dicke beträchtlich zugenommen und sich in der Richtung der Oberfläche derart vergrössert, dass ihr unterer Rand bis nahe an den Insertionspunkt reicht. Die Mittelsäule hat hierdurch die Gestalt eines oben abgerundeten Cylinders, ihre Basis liegt unmittelbar über dem Insertionspunkt und geht direct in die Aussenwand über (Fig. 4 *b*). In wenig (5—6 Mm.) grösseren Exemplaren findet man den oberen Theil der Mittelsäule etwas angeschwollen; in dem weissen Gewebe desselben nahe unter der Oberfläche, liegt eine in reflectirtem Licht graue Schicht von der Gestalt eines dünnen oben und unten abgeschnittenen und offenen Hohlkegels, dessen Längsachse mit der der Mittelsäule zusammenfällt. Auf dem radialen Längsschnitt erscheint diese Schicht in Form zweier schmaler nach oben convergirender Streifen. Ferner wird die ganze Mittelsäule in ihrer Längsachse von einem gleichfalls grau aussehenden linienförmigen (im Querschnitt kreisrunden) Streifen durchzogen, welcher in geringer Entfernung von der Basis und Spitze der Mittelsäule endigt, in seinem oberen Theil also von der hohlkegeligen Schicht umringt wird (Fig. 5 *b*).

Hiermit sind alle Theile, aus welchen der reife Fruchtkörper zu bestehen hat, angelegt. Nach der für die Gasteromyceten eingeführten Terminologie ist die hohlkegelförmige Schicht die Anlage des sporenbildenden Gewebes oder der Gleba. Die Hüllen, von welchen sie umgeben wird, sind als Peridie zu bezeichnen und diese besteht aus der Aussenwand, der Gallertschicht und der Innenwand. Mit letzterem Namen will ich den dünnen weissen Ueberzug der Gleba allein bezeichnen;

der streng genommen dazu gehörige unterhalb der Gleba gelegene Theil der Mittelsäule möge der besseren Unterscheidung halber das Basalstück heissen. Der graue axile Streif ist die Anlage des den Phalloideen eigenen, im vorliegenden Falle spindelförmig-stielartigen Trägers der Gleba oder des Stiels. Den oberen Theil des letzteren, soweit er von der Gleba umringt wird, will ich als Stielspitze unterscheiden. Zwischen dieser Spitze und der Gleba liegt, wie aus obiger Beschreibung hervorgeht, eine weisse Gewebeschicht, welche die Form eines vom Stiel durchbohrten Kegels hat und sich an ihrem oberen und unteren Ende continuirlich in die Innenwand und das Basalstück fortsetzt. Ich will sie in Folgendem den Kegel nennen. Was die feinere Structur dieser Theile betrifft, so besteht die Aussenwand der Peridie aus einem mehrschichtigen hautartigen Geflecht langgliedriger verzweigter Hyphen verschiedener Dicke. Die engen Interstitien des Geflechts enthalten Luft; oxalsauren Kalk fand ich nur auf der Oberfläche und bei verschiedenen Exemplaren in sehr verschiedener Menge. Die Gallertschicht besteht aus langgliedrigen, dünnen septirten Fäden mit zarter Membran und homogenen Protoplasmainhalt, welche reich verzweigt, und locker mit einander verflochten, vielfach auch netzförmig verbunden sind. Die sehr weiten Lücken zwischen denselben werden ausgefüllt von einer structurlosen wasserhellen homogenen Gallerte, welche in Wasser aufquillt und in Alkohol erhärtet.[29]) Dieses Gewebe, welches Gallertgewebe oder Gallertfilz genannt werden mag, gleicht im Wesentlichen demjenigen, aus welchem die meisten gelatinösen Pilzkörper bestehen, es ist für die Phalloideen schon von Corda, Rossmann und Anderen beschrieben worden. Wo es an die Aussen- und Innenwand der Peridie und das Basalstück grenzt, da gehen seine Fäden unmittelbar in die der genannten Organe über. Die weisse Substanz aus welcher Innenwand, Basalstück und Kegel bestehen, wird von einem lufthaltigen dichten Geflechte primitiver Fäden gebildet: auch die Stielanlage hat diesen Bau, nur ist ihr Gewebe luftfrei und daher durchscheinend. Nach Entfernung der Luft aus dem Basalstück und Kegel konnte ich keinen Unterschied und keine scharfe Grenze mehr zwischen diesen Theilen und der Stielanlage finden.

---

[29]) Diese Beschreibung soll einfach das Aussehen des in Rede stehenden Gewebes anschaulich machen. Es würde zu weit führen, wollte ich hier die Frage discutiren, ob die anscheinend intercellulare Gallerte als eine eigentliche sogenannte Intercellularsubstanz oder als ein Theil der Zellmembranen selbst zu betrachten ist. Ich halte die letztere Ansicht für die richtige, und zwar für alle gallertigen Gewebe, von welchen in diesem Aufsatze die Rede ist. Die Gründe hierfür werden an einem anderen Orte mitgetheilt werden.

Die graue Farbe der Glebaanlage rührt gleichfalls von einem wenigstens theilweisen Verschwinden des Luftgehalts her. Sie besteht auch in den jüngsten Zuständen, welche ich untersuchen konnte, aus zahlreichen schmalen, unregelmässig gewundenen und netzförmig anastomosirenden Platten, welche enge Lücken zwischen sich lassen. Das Gewebe der Platten ist von dem primitiven kaum verschieden, und geht ohne Unterbrechung in das der angrenzenden Theile (Kegel etc.) über: es ist luftfrei, die Lücken dagegen von Luft erfüllt (vgl. Fig. 15).

Aus dem Mitgetheilten folgt, dass die bisher beschriebenen Entwickelungsprozesse theils in einem Wachsthum des primitiven Gewebes durch Bildung und Einschiebung neuer Gewebselemente beruht, theils in einer Differenzirung des anfangs durchaus gleichförmigen Gewebes in lufthaltige und luftfreie oder durch besondere Structur ausgezeichnete Regionen.

Man kann die Veränderungen, welche der Fruchtkörper bis zur ersten Anlage der Gleba und des Stiels durchmacht, füglich als sein erstes Entwickelungsstadium zusammenfassen. Die folgenden Entwickelungsvorgänge sondern sich ziemlich scharf in drei weitere Stadien, und zwar wird das zweite durch die Ausbildung der Gleba, das dritte durch die Ausbildung des Stieles, das vierte endlich durch die Streckung des Stieles und die Durchreissung der Peridie bezeichnet.

In dem zweiten Stadium (Fig. 6—8) schwillt der obere Theil der Mittelsäule zu einem kugeligen, auf dem Scheitel leicht eingedrückten Kopfe an, der allmählich mehr als die doppelte Breite des Basalstücks erhält. Seine Vergrösserung beruht fast ausschliesslich auf einem nach allen Seiten, nur nicht nach dem Kegel gerichteten Wachsthum der Gleba: die anfangs linienförmigen Streifen, welche diese auf dem radialen Längsschnitt darstellt, erhalten halbmondförmige und zuletzt fast halbkreisförmige Gestalt und nehmen dabei wenigstens um das sechsfache an Höhe zu. Die gröbere Structur der Gleba bleibt dabei die ursprüngliche, nur dass die Platten und ihre Anastomosen sich fort und fort in dem Maasse vermehren, dass die lufterfüllten Lücken zwischen ihnen an Weite kaum zunehmen (Fig. 15). Sowohl diese gröbere Structur als auch der feinere Bau der Gleba stimmt im Wesentlichen überein mit der für alle grösseren Gasteromyceten bekannten.[30]) Die Platten bestehen aus einem mehrschichtigen luftfreien durch-

---

[30]) Vgl. Berkeley, Ann. Sc. nat. 2 Sér. tom. XII, p. 160. Tulasne, ibid. Tom. XVII, p. 7, XVIII p. 132, etc. und besonders Tulasne, fungi hypogaei. Die Gleba von Phallus und Clathrus speciell ist von Berkeley l. c., von Tulasne, Fung. hyp. Tab. XXI. Fig. X. auch von Lespiault, Ann. Sc. nat. 3e Sér. Tom. IV (1845) dargestellt.

scheinenden Geflechte zarter farbloser Fäden, welche der Oberfläche der Platte parallel laufen und die Trama derselben bilden. Die Fäden der Trama gehen continuirlich in die der Peridie und des Kegels über. sie sind Zweige derselben. An den Kegel setzen sich die Tramaplatten theils einzeln an, als schmale, mit blossem Auge nicht deutlich unterscheidbare Körper, theils zu dickeren Leisten vereinigt, welche dem blossen Auge als Zacken und Vorsprünge des Kegels erscheinen (Fig. 8, 15). Von der ganzen Oberfläche der Trama entspringen unzählige, senkrecht oder schräg gegen die Lücken gerichtete und reich verästelte Hyphenzweige. Die büschelig geordneten, einzelligen, cylindrisch keulenförmigen Endästchen dieser letzteren (Fig. 16) sind die Basidien; sie sind zu einem die Wand jeder Lücke auskleidenden Hymenium dicht zusammengedrängt. Die Gleba behält ihre ursprüngliche graue Farbe bis sie ihre volle Grösse erreicht hat; eine blass braune Färbung. welche nun eintritt, zeigt den Beginn der Sporenbildung an. Diese lässt keine besonderen, von der anderer basidiosporer Pilze abweichenden Eigenthümlichkeiten erkennen. Nur ist zu bemerken, dass die kleinen länglichen cylindrischen Ausstülpungen auf dem Scheitel der Basidie. welche die erste Anlage der Sporen bilden, sich dicht an der Basidie abgliedern, also ganz zu ungestielten Sporen werden (Fig. 16). Berkeley's Zeichnung (Ann. Sc. nat. l. c., reproducirt in Bail, Syst. d. Pilze Tab. 26) ist in sofern unrichtig, als sie die Sporen auf langen Stielen sitzend darstellt. Die Zahl der auf einem Basidium sitzenden Sporen schwankte in den von mir untersuchten Fällen zwischen 4 und 9, meistens fand ich mehr als 4, am häufigsten 8. Mit der Bildung der Sporen verschwindet der Protoplasmainhalt der Basidie, die zarte, nur mehr wässerige Flüssigkeit umschliessende Membran dieser collabirt und wird bald vollkommen unkenntlich. Die Sporenbildung beginnt, soviel ich erkennen konnte in allen Regionen der Gleba gleichzeitig, zunächst auf einzelnen zerstreuten Basidien, und ist sehr schnell in der ganzen Gleba vollendet. In dem Maasse wie sich die Zahl der Sporen vermehrt, geht die braune Farbe jener in Grün über. Die reife Gleba ist dunkel schwarzgrün; ihre Structur ist gegen die ursprüngliche in sofern verändert, als die Membranen aller ihrer Gewebselemente (die Sporen ausgenommen) zu einer homogenen, durchsichtigen, in Wasser zerfliessenden, in Alkohol erhärtenden Gallerte zusammengeschmolzen sind. Anfangs kann man auf behutsam gemachten frischen Durchschnitten die Tramaplatten noch leicht als durchscheinende Gallertstreifen zwischen den jetzt von Sporen erfüllten Lücken wahrnehmen, später erhält man beim Durchschneiden frischer Exemplare nur mehr eine homogene von zahllosen Sporen durchsäte Schmiere. An in Alkohol erhärteten Exemplaren kann man jedoch auch noch am Ende des dritten Ent-

wickelungsstadiums die Structur der Gleba erkennen. Man sieht die von Protoplasmaklumpen erfüllten Lumina der Tramafäden in einer anscheinend homogenen glashellen Gallerte verlaufen. — Von den reifen Sporen wird unten die Rede sein.

Mit der Gleba nehmen die Theile, welche sie unmittelbar tragen und umgeben, in verschiedenem Verhältniss an Grösse zu. Die innere Peridienwand dehnt sich in der Richtung der Oberfläche derart dass sie fortwährend eine enganschliessende, ringsum geschlossene, hautartige Hülle um die Gleba bildet und behält dabei die Dicke, welche sie am Anfang des zweiten Entwickelungsstadiums hatte. Der Kegel streckt sich in gleichem Maasse wie die Gleba in die Länge, in die Dicke aber in viel geringerem Grade. Er erhält daher eine spitz-conische Gestalt. Aehnlich verhält sich das cylindrische Basalstück; es streckt sich derart, dass es etwa die Höhe der Gleba beibehält, während sein Dickenwachsthum nur etwa den dritten Theil des letzteren beträgt; daher denn die Gleba als ein grosser runder Kopf einem dünnen cylindrischen Träger aufsitzt. Die Verbindung der genannten Theile und ihrer einzelnen Gewebselemente bleibt während des Wachsthums die nämliche wie zu Anfang. Die Hyphen, aus welchen sie bestehen nehmen an Dicke und die lufthaltigen Interstitien ihres Geflechts an Weite stetig zu, das Wachsthum beruht also jedenfalls zum Theil auf Ausdehnung der primitiven Gewebselemente, ob ausschliesslich lasse ich dahingestellt. Was endlich die Stielanlage betrifft, so wächst diese mit den Theilen, welche sie umgeben, gleichmässig in die Länge, nur wenig in die Dicke. Sie behält die Gestalt eines schmalen cylindrischen Körpers, und ihre Structur scheint die ursprüngliche zu bleiben. Mit Bestimmtheit möchte ich jedoch nicht darüber absprechen, ob nicht der erste Beginn ihrer späteren Veränderungen schon in das zweite Entwickelungsstadium fällt.

Sobald die Gleba grün geworden ist, schwillt die Stielanlage gewaltig und auf Kosten ihrer nächsten Umgebung an, und hiermit beginnt das dritte Entwickelungsstadium (Fig. 9—11). Das Wachsthum des Stiels geht zunächst vorzugsweise, wenn auch nicht ausschliesslich in die Dicke, es beginnt an der Spitze und schreitet von hier aus nach unten fort. Der Stiel hat daher zuerst keulenförmige Gestalt (Fig. 9), welche jedoch rasch in die einer Spindel mit stumpfen Enden übergeht (Fig. 10). Hat er die Spindelform angenommen, so beträgt seine Dicke etwa $^{7}/_{3}$ von der welche das Basalstück zu Ende des zweiten Stadiums hatte, seine Höhe etwa $^{5}/_{3}$ von der der ganzen Mittelsäule zu Ende des genannten Stadiums. Der Stiel wächst nun, unter Beibehaltung seiner bisherigen Lage, auf etwa die doppelte Länge, welche ihm bei Vollendung der Spindelform zukam, heran und nimmt gleichzeitig um ohngefähr $^{1}/_{3}$ an Dicke zu. Ganz genau lasst

sich das Maass des Wachsthums nicht angeben, weil dieses nicht an einem und demselben Exemplare verfolgt werden kann. In der Form des Stieles findet hierbei nur in sofern eine kleine Veränderung statt, als sich seine Spitze etwas mehr verschmälert wie das untere Ende. Mit dem Beginn des lebhaften Wachsthums tritt eine auffallende Structurveränderung des Stieles ein. In seiner Längsachse tritt ein cylindrisch spindelförmiger, von dem peripherischen Theile (den ich die Wand des Stieles nennen will) sich scharf abhebender Strang auf, welcher bis dicht an beide Enden reicht und aus einem ähnlichen, nur zartfädigeren durchscheinenden Gallertgewebe besteht wie die Gallertschicht der Peridie. Gleichzeitig nimmt die Wand des Stieles eine erst röthlichgelbe, bald schön fleischrothe Farbe an, und mit dem ersten Erscheinen dieser Färbung besteht sie aus zweierlei scharf von einander gesonderten Gewebeformen. Die eine derselben ist mit dem alten Namen Merenchym zu benennen, in sofern dieser, mit alleiniger Rücksicht auf die Gestalt der Zellen, ein aus rundlichen oder ovalen Zellen gleichförmig zusammengesetztes Gewebe bezeichnet. In der (von der Gleba umringten) Spitze des Stiels bildet das Merenchym einen oben geschlossenen stumpfen Hohlkegel, dessen Aussenfläche mit vielen seichten meist querlaufenden Furchen und Grübchen versehen, daher runzelig ist, während die Innenfläche von engen, sehr tiefen und durch anastomosirende schmale stumpfe Leisten von einander getrennte Gruben und Furchen überall durchzogen wird. Zwischen Aussen- und Innenfläche bleibt eine nur ziemlich dünne homogene und nicht durchfurchte Merenchymlage. Nur auf dem Scheitel ist die Wand aussen und innen glatt (s. Fig. 10, 11, 13). In dem ganzen unteren (d. h. unterhalb der Gleba stehenden) Theile des Stieles bildet das Merenchym dünne, meist 4 bis 6, hie und da mehr Zellenlagen starke Platten, welche zu einer einfachen Schicht ringsum geschlossener Kammern miteinander verbunden sind. An der Grenze zwischen Spitze und unterem Theile des Stiels geht das Merenchym des einen ganz allmählich in das des anderen über. Die Kammern des unteren Theiles sind während des in Rede stehenden Entwickelungsstadiums von oben nach unten stark zusammengedrückt, also sehr niedrig, selten höher als die Platten, welche ihre Wand bilden, dick sind; ihre Wände, zumal die Aussen- und Innenwände, dabei überall und nach allen Richtungen eng und unregelmässig-wellig gefaltet. Von der Aussen- und Innenseite betrachtet, erscheint daher die Stielwand von unzähligen engen und tiefen gyrös gewundenen und anastomosirenden Furchen durchzogen. Alle Kammern, Furchen und Gruben zwischen den Merenchymlagen des ganzen Stiels werden ausgefüllt von einem Gallertgewebe, welches dem des axilen Stranges gleich ist und sich von diesem aus in die Furchen

der Innenfläche continuirlich fortsetzt. Auch die ganze Aussenfläche des unteren Stieltheiles wird von einer sehr dünnen Lage dieses Gewebes überzogen. Das Gallertgewebe ist farblos und durchscheinend, die rothe Färbung kommt dem Merenchym allein zu, daher der Stiel bei genauerer Betrachtung nicht gleichförmig fleischroth, sondern durch unzählige Gallertstreifen marmorirt erscheint.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die beschriebene Structur des Stiels dadurch zu Stande kommt, dass sich sein gleichförmiges primitives Gewebe in abwechselnde Lagen von Gallertfilz und Merenchym differenzirt. In welcher Weise diese Differenzirung beginnt, darüber konnte ich, bei der Zartheit und engen Verflechtung der primitiven Hyphen keinen näheren Aufschluss erhalten. Soviel ich erkennen konnte ist die Structur und Anordnung der Merenchympartien von Anfang an dieselbe wie in späterer Zeit, nur sind die Wände der Kammern anfangs weniger gefaltet. Die Zellen des Merenchyms sind anfangs sehr klein und mehr polyedrisch als später. In dem Maasse als der Stiel wächst nehmen sie fortwährend an Grösse zu, während ihre Anordnung und Zahl, soviel aus Durchschnitten erkennbar ist, unverändert bleiben und Theilungen in ihnen nicht gefunden werden. Die ganze Vergrösserung des Stiels beruht somit fast ausschliesslich auf Ausdehnung der Merenchymzellen. Mit Vollendung ihres Wachsthums haben diese Zellen rundliche oder elliptische Gestalt, die einen mehr kugelig, andere mehr länglich, ihre Länge mag durchschnittlich in dem unteren Theile des Stiels $^1/_{45}$ Mm. ihre Breite $^1/_{60}$ Mm. betragen, grössere und kleinere sind jedoch sehr häufig. In der nicht in Kammern getheilten Spitze sind die Zellen erheblich kleiner. Sie sind auf dünnen Durchschnitten fast völlig wasserhell, die Membran glatt, homogen, ungeschichtet und ziemlich zart, die rothe Färbung scheint allein dem Inhalte anzugehören, doch fehlen mir hierüber entscheidende Untersuchungen. Zwischen den Merenchymzellen finden sich enge, immer lufthaltige Intercellulargänge. Die Kammern und Furchen des Stiels bleiben während des dritten Stadiums immer von Gallertfilz erfüllt: in welcher Weise dieser dem Wachsthum des Merenchyms folgt habe ich nicht untersucht. Wand und axiler Gallertstrang nehmen an dem beschriebenen Wachsthum ziemlich gleichen Antheil; der Querdurchmesser des letzteren bleibt der Dicke jener fortwährend nahezu gleich. Nur in der Stielspitze ist die Wand bedeutend dünner als unten, ihre Dicke nimmt nach oben stetig ab und beträgt an dem Scheitel kaum den vierten Theil von der der unteren Stielportion.

Durch die Vergrösserung des Stiels werden die ihn zunächst umgebenden Theile beträchtlich verändert. Während des kurz dauernden Zustandes, in welchem der Stiel Keulenform hat, folgt das Basalstück dem Dickenwachsthum derart, dass es bei betracht-

licher Vergrösserung der Oberfläche seine ursprüngliche Dicke beibehält. Gleba und Kegel werden dagegen nicht dicker; zwischen dem unteren Rande jener und dem Basalstücke entsteht daher eine tiefe ringförmige Furche (Fig. 9). Bald tritt aber in dem Wachsthum des Basalstückes Stillstand ein; je mehr sich der Stiel ausdehnt, desto flacher wird die Ringfurche; hat der Stiel regelmässige Spindelform, so ist sie fast ganz verschwunden und das Basalstück ist zu einer dünnen weissen Haut ausgedehnt und zusammengedrückt, deren Dicke kaum $^1/_4$ der ursprünglichen beträgt. Gleba und Kegel werden durch den wachsenden Stiel von Anfang des in Rede stehenden Entwickelungsstadiums an nur mechanisch gedehnt und zusammengedrückt. Letzterer nimmt bald die Beschaffenheit einer dünnen, zwischen Stiel und Gleba liegenden weissen Haut an, die Gleba erhält die Form eines immer höher und weiter, aber auch immer dünnwandiger werdenden oben und unten offenen Hohlkegels; während sie zur Zeit der Sporenbildung 6 — 7 Mm. hoch und etwa 3 Mm. dick war, hat sie zuletzt eine Höhe von etwa 15, eine Dicke von etwa $^1/_2$ bis 1 Mm. Das obere Ende der Stielspitze drängt sich dabei mehr und mehr zwischen den oberen Rand der Gleba, so dass es zuletzt 1—2 Mm. über ihn hinausragt. Die innere Peridienwand endlich folgt dieser Dehnung derart, dass sie als dünne weisse Haut ihre ursprüngliche Lage und Verbindung mit den benachbarten Theilen beibehält (Fig. 9, 10, 11). Eine wesentliche Structurveränderung konnte ich in allen den letzterwähnten Theilen während ihrer Dehnung nicht wahrnehmen.

Der ganze Fruchtkörper, in welchem die beschriebenen Entwickelungsprocesse vor sich gehen, ist zu Anfang des zweiten Stadiums erbsengross oder wenig grösser, rund, oft genau kugelig. Von dem zweiten Stadium an streckt er sich in die Länge, bis zu schmal ovaler Gestalt, und erreicht bis zum Ende des dritten Stadiums eine Dicke von etwa 2 Cm., eine Länge von etwa 5 Cm., wobei natürlich vielerlei individuelle Verschiedenheiten vorkommen. Während dieser Vergrösserung behält die Aussenwand nahezu unveränderte Dicke und Structur; die Fäden ihres Geflechtes werden nur wenig dicker. Die Gallertschicht wächst gleichzeitig auf das Doppelte bis Vierfache der Dicke, welche ihr am Anfang des zweiten Stadiums zukommt. Sie behält dabei ihre ursprüngliche Structur, die von Gallerte erfüllten Lücken ihres Geflechtes bleiben so breit oder werden selbst enger wie zu Anfang; ihre einzelne Fäden werden etwas dicker und hie und da varicös aufgetrieben, ihr Protoplasmainhalt unregelmässig grobkörnig. Hiernach müssen die peripherischen Theile des Pilzes bis zum Ende des dritten Stadiums der Vergrösserung von Stiel und Gleba durch ein lebhaftes actives Wachsthum mittelst Neubildung von Gewebselementen folgen. (Vergl. Fig. 4—11).

Alle Neubildung und alle Ausdehnung der vorhandenen Zellen, also alles eigentliche Wachsthum hört aber auf, bevor das vierte Entwickelungsstadium anfängt. Die Streckung des Stiels, durch welche dieses Stadium bezeichnet wird, geschieht dadurch, dass die gefaltteten Wände der Kammern, aus denen die Wand der unteren Stielportion besteht, geglättet und dadurch ausgedehnt, zumal die am meisten gefalteten verticalen Wände aufgerichtet werden (Fig. 13, 17, 18). Jede Kammer nimmt hierdurch an Höhe bedeutend zu, an Tiefe etwas ab; ihre Gestalt wird unregelmässig polyedrisch, isodiametrisch oder etwas in die Länge gestreckt; die Furchen auf der Aussen- und Innenfläche der Stielwand werden zu flachen weiten Grübchen ausgeglättet. Durch diese Veränderungen wird die Stielwand dünner, während gleichzeitig der Querdurchmesser des ganzen Stieles zunimmt; der axile Raum muss also beträchtlich weiter werden. Die Längenstreckung der unteren Stielportion erreicht zuletzt ungefähr das Dreifache von der Höhe, welche sie am Ende des dritten Stadiums hat, was zugleich die durchschnittliche Höhenzunahme der einzelnen Kammern angibt. Die absolute Höhe des ganzen Stiels, bis zu dem über die Gleba vorragenden Scheitel beträgt nach vollendeter Streckung meist 10—14 Cm. (s. Fig. 12, 13). Kein anderer Theil des Pilzes als die in Kammern abgetheilte untere Stielportion nimmt an der Streckung activen Antheil. Die von der Gleba überzogene Spitze bleibt unverändert. Sie wird durch die Verlängerung ihres Trägers in den Scheitel der Gallertschicht und Aussenwand eingebohrt bis letzterer in unregelmässige Lappen zerreisst und die Gleba in's Freie treten lässt. Gleichzeitig reisst das Basalstück dicht unter der Gleba von der innern Peridienwand ringsum ab; es bleibt, während jene emporgehoben wird, an der Basis des Stiels als eine kurze verkehrt-kegelförmige Scheide stehen. Die innere Peridienwand tritt mit der Gleba in's Freie. Anfangs ist sie noch als eine zarte, Gleba und Stielspitze wie zuvor umschliessende Haut erkennbar, bald wird sie jedoch durch Verschwinden des Luftgehalts unkenntlich. Das Gleiche gilt von dem Kegel. Auf dem völlig gestreckten Stiele scheint daher die Gleba nackt der rothen Stielspitze unmittelbar aufzusitzen, überragt von dem gleichfalls rothen convexen und glatten Scheitel des Stieles.

Die Merenchymzellen des Stieles nehmen während der Streckung weder an Zahl noch an Grösse zu, vielmehr erfolgt die Ausdehnung der Kammern nur durch Glättung und Aufrichtung ihrer Wände. Sobald eine Kammer anfängt sich zu dehnen, enthält sie Luft, der Gallertfilz, welcher sie früher ausfüllte, wird zerrissen, seine Fragmente haften anfangs noch deutlich der Wand an, um zu vertrocknen und unkenntlich zu werden, sobald die Kammer ihre volle Ausdehnung erreicht hat. Dieser Vorgang findet in den

obersten Kammern lange vor der Zerreissung der Peridie statt, also während der Stiel noch von einer dicken luftfreien Gewebmasse rings umgeben wird. Die engen Intercellularräume des Merenchyms bleiben dabei nach wie vor lufthaltig. Die Luft kann hiernach nicht von aussen in die Kammern eintreten, sondern muss von einer im Innern derselben stattfindenden Gasausscheidung herrühren. Dies erklärt den Mechanismus der Ausdehnung der Kammern: sie werden durch in ihrem Innern ausgeschiedene Luft gleichsam aufgeblasen. In derselben Weise wie in den Kammern verschwindet auch in dem axilen Raume das Gallertgewebe, um durch Luft ersetzt zu werden. Die Zusammensetzung der ausgeschiedenen Luft konnte ich noch nicht ermitteln, nur das Eine glaube ich bestimmt angeben zu können, dass es keine Kohlensäure ist. — In der Luftansammlung liegt ohne Zweifel auch der Grund, warum der sich streckende Theil des Stiels ganz blass röthliche Farbe annimmt; die Spitze behält ihr intensiv fleischrothes Colorit unverändert bei.

Die Ausdehnung beginnt in den obersten Kammern und schreitet langsam nach unten zu fort. Bei einigen im Zimmer beobachteten Exemplaren dauerte es von dem ersten Hervortreten der Spitze aus der Peridie bis zur vollendeten Streckung des ganzen Stieles ungefähr 36 Stunden. Ist die Ausdehnung bis zum untersten Ende des Stieles fortgeschritten, so muss dieser überall von den Theilen, welchen er früher angewachsen war, losgelöst sein, er fällt daher leicht aus der Peridie heraus. Mit vollendeter Streckung des Stiels ist der Entwickelungsprocess des Fruchtkörpers fertig. Die Gleba zerfliesst und tropft von ihrem Träger ab, letzterer geht sammt der Peridie bald in Zersetzung über.

Das Mycelium von Phallus impudicus besitzt die nämliche Form und Verzweigung wie bei Phallus caninus, was besonders durch Rossmann's Beschreibung und Abbildung (Bot. Zeit. 1853, p. 185 Taf. IV) bekannt ist. Seine Stränge werden viel grösser und dicker als die des Ph. caninus. An den stärkeren derselben unterscheidet man auf Durchschnitten einen dicken cylindrischen, wässerig-bräunlichen Mitteltheil, den ich Mark nennen will, und eine das Mark umschliessende dünne weisse Rindenschicht. Das Mark besteht aus zahlreichen longitudinal verlaufenden Hyphen, von denen die einen weit und dünnwandig, andere dünn und mit stark verdickter Membran versehen sind. Beiderlei Formen stehen anscheinend ordnungslos durcheinander, alle sind ziemlich dicht zusammengedrängt, die engen Lücken zwischen ihnen vollkommen

ausgefüllt von einer zähen homogenen Gallerte, welche in Wasser weich wird, ohne jedoch zu zerfliessen, in Alkohol stark schrumpft. Das ganze Gewebe ist durchaus luftfrei. Die Rinde besteht aus mehreren Lagen von Hyphen und zwar finden sich von letzteren die nämlichen beiden Formen wie in dem Marke in den inneren Rindenlagen, während die äusseren nur aus weiten und dünnwandigen bestehen. Die Hyphen der Rinde verlaufen aber nicht longitudinal, sondern quer um den Myceliumstrang, oder richtiger, sie sind in sehr engen Windungen spiralig um den Markcylinder gewickelt, etwa wie der Metalldraht einer umsponnenen Claviersaite. Sie entspringen als Zweige von den Markhyphen, laufen von diesen aus erst eine kurze Strecke weit schräg nach aussen, um sich dann in der beschriebenen Weise aufzuwickeln. Von den äussersten Rindenhyphen entspringen zerstreute kurze Zweige, welche als feine Haare von der Oberfläche abstehen. Letztere sammt den Haaren, ist dicht incrustirt von stabförmigen Krystallen oxalsauren Kalks. Zellen, welche dieses Salz in ihrem Innern enthalten, sah ich an dem Mycelium nicht.

Die ganz jungen Entwickelungszustände der Fruchtkörper von Ph. impudicus habe ich nicht beobachtet. Nach der Darstellung Rossmann's (l. c.) findet hier ohne Zweifel die erste Anlegung der Aussenhaut, Gallertschicht und Mittelsäule auf wesentlich die nämliche Weise wie bei Ph. caninus statt. Wie die Gleba anfangs gestaltet und gestellt ist, darüber geben Rossmann's Darstellungen keinen klaren Aufschluss, offenbar weil seine Exemplare unregelmässige Formen hatten und seine Längsschnitte daher theils durch die (organische) Mittellinie, theils neben derselben vorbei gingen. Nach der Structur des jüngsten von mir beobachteten Exemplares (Fig. 19) zu urtheilen, ist auch die Anlage und ursprüngliche Form der Gleba und des Stieles hier vollkommen denen von Ph. caninus ähnlich, abgesehen natürlich von einzelnen, die Species unterscheidenden Differenzen; und diese Ansicht steht mit den Darstellungen Rossmann's nicht im Widerspruch.

Besagtes Exemplar (Fig. 19), welches ich erst, nachdem es längere Zeit hindurch in Alkohol gelegen, untersucht habe, ist rundlich, etwa 2,5 Cm. gross. Es befindet sich auf einer Entwickelungsstufe, welche dem Ende des zweiten oder dem Beginne des dritten Stadiums von Ph. caninus (vergl. Fig. 8) entspricht. Aussenwand, Gallertschicht und Innenwand der Peridie sind wie bei diesem angeordnet. Das Basalstück, welches bei Ph. impudicus immer sehr kurz und dick ist, geht wie bei Phallus caninus in die Aussen- und Innenwand über und setzt sich nach oben in einen breit-conischen „Kegel“ fort, dessen Spitze mit dem Scheitel der Innenwand zusammenstösst. Zwischen

Innenwand und Kegel liegt die Gleba, welche die Gestalt eines an beiden Enden offenen Hohlkegels mit dicker, auf dem senkrechten radialen Durchschnitt halbmondförmiger, oben und unten stumpf abgerundeter Wand besitzt. Die Gleba hat die nämliche Structur, wie bei Ph. caninus, nur dass sie für das blosse Auge eine grobe radiale Streifung zeigt, indem ihre Tramaplatten vorzugsweise von dem Kegel aus strahlig zur Peridienwand verlaufen. In den Kammern finden sich schon zahlreiche, grösstentheils noch den Basidien aufsitzende Sporen. Die Farbe der Gleba ist blass grünlich-braun. Der Kegel zeigt schon in diesem Stadium eine (bei Ph. caninus fehlende) Spaltung in einen weitaus grösseren inneren Theil und eine dünne hautartige peripherische Schicht. Letztere ist auf ihrer Aussenfläche mit den leistenartigen, netzförmig verbundenen und in die Gleba einspringenden Vorragungen versehen, welche für den reifen Phallus bekannt sind, von ihr entspringen die Tramaplatten der Gleba. Sie hat die Form eines dünnen kegelförmigen Hutes und mit letzterem Namen möge sie auch hier bezeichnet werden. Der untere Rand des Hutes biegt sich, der Gleba folgend, nach aussen, um an der Grenze ihrer Aussenfläche zu endigen.

In der Längsachse des Kegels liegt die Anlage des Stiels, ein schmal cylindrischer Körper, mit seinem zugespitzten unteren Ende kaum tiefer als der untere Rand der Gleba hinabreichend, mit seinem nicht verschmälerten oberen Ende an den Scheitel der inneren Peridienwand anstossend. Der Stiel lässt schon deutlich unterscheiden einen breiten axilen Gallertstrang und die aus sehr kleinzelligem Gewebe bestehende Wand. Letztere ist am oberen Ende offen, ihr oberer Rand kurz-trichterförmig erweitert und dann nach aussen umgebogen, um sich unmittelbar in die Substanz des Hutes fortzusetzen. Der axile Gallertstrang reicht somit bis zur inneren Peridienwand.

Ein anderes, in Figur 20 im senkrechten radialen Durchschnitt dargestelltes Exemplar stellt einen etwas älteren Entwickelungszustand dar als das erstbeschriebene. Alle Theile zeigen genau die gleiche Anordnung wie bei diesem, sie sind aber allesammt bedeutend gewachsen. Die Gleba hat, ohne ihre Form wesentlich zu verändern, an Umfang, Höhe und Dicke beträchtlich zugenommen; ihre Farbe ist schwarzgrün, in den Kammern finden sich viele, theils freie, theils noch auf den Basidien sitzende Sporen (ob noch junge Basidien, konnte ich nicht entscheiden, weil auch dieses Exemplar erst untersucht wurde, nachdem es längere Zeit in Alkohol gelegen hatte). Der Stiel ist im gleichen Verhältniss wie die übrigen Theile gewachsen, er hat schmale Spindelform angenommen, seine Wand ist beträchtlich dicker geworden und zeigt jezt schon sehr deutlich die Sonderung in Merenchymplatten, welche von Gallertfilz erfüllte Kammern

bilden. Die Wände der letzteren sind fast gerade, ihre Windung und Faltung scheint demnach erst später einzutreten; die Zellen des Merenchyms noch ungemein klein. Die weisse Substanz des Kegels scheint mit Vergrösserung ihrer Höhe und ihres Umfangs an Dicke abzunehmen.

Alle noch älteren Exemplare, welche ich untersucht habe (Fig. 21), hatten eiförmige Gestalt und waren nahezu oder völlig verwachsen. Der Stiel ist in ihnen vorwiegend entwickelt. Er hat eine breit-spindelförmige Gestalt, sein unteres Ende ist tief in das Basalstück eingebohrt, seine Länge beträgt etwa das Doppelte von der des letztbeschriebenen Entwickelungszustandes, in die Dicke ist er aber in seinem mittleren Theile um wenigstens das Vierfache gewachsen, sein Querdurchmesser beträgt etwa $\frac{2}{3}$ von dem des ganzen durch die innere Peridienwand eingeschlossenen Körpers. Axiler Strang und Wand haben in gleicher Höhe nahezu die gleiche Dicke. In letzterer erkennt man schon mit blossem Auge die von oben nach unten stark zusammengedrückten und mit wellig gefalteten Wänden versehenen Kammern, und zwar bilden diese nicht eine einfache, sondern zwei bis drei unregelmässige Lagen, was übrigens schon in dem in Figur 20 dargestellten Zustande der Fall ist. Nur ein kurzes oberstes Stück der Stielwand ist nicht in Kammern getheilt, sondern eine solide, dünne, mit engen welligen Querfalten versehene Platte. Die feinere Structur des Stiels ist der von Ph. caninus ganz ähnlich, nur sind die Wände der Kammern aus zahlreichen (6—8—10) Lagen von Merenchymzellen gebildet, diese durchschnittlich kleiner als bei Ph. caninus und ganz farblos. Der obere nicht gekammerte Theil der Stielwand besteht bis zu seinem obersten nach aussen gekrämpten Rande aus dem nämlichen, kaum kleinzelligeren Merenchym wie die Kammerwände, an welches sich dann das feste faserige Gewebe des Hutes ansetzt. Mit dem Wachsthum des Stieles haben alle umgebenden Theile an Höhe und Umfang bedeutend zugenommen. Innenwand und Hut sind dabei, während ihre Oberfläche etwa ums Doppelte gewachsen ist, eher dicker als dünner geworden wie vorher. Auch die Gleba nimmt, während sich ihr Umfang mehr als verdoppelt, kaum um $\frac{1}{4}$ an Dicke ab. Alle diese Theile müssen daher der Vergrösserung des Stieles durch actives Wachsthum folgen. Für die Gleba ist es unzweifelhaft, dass dieses durch beträchtliche Ausdehnung der Hyphen, aus welchen die Tramaplatten bestehen, geschieht. Diese Hyphen sind bei erwachsenen Exemplaren mehr als doppelt so dick wie bei den in Figur 19 und 20 dargestellten und mit sehr dicker, gallertartiger, in Wasser stark quellender Membran versehen. Ob das Wachsthum des Hutes und der Innenwand auch nur auf einer Vergrösserung früher gebildeter Gewebselemente beruht, muss ich unent-

schieden lassen. Aussenwand und Gallertschicht folgen dem Wachsthum wie bei Phallus caninus. Der einzige Theil, welcher mit der Vergrösserung des Stiels stetig an Umfang zu- und an Dicke abnimmt, also nur mechanisch gedehnt zu werden scheint, ist die zwischen Stiel und Hut gelegene Portion des Kegels. Sie erhält zuletzt die Gestalt einer dünnen weichen Haut, welche von den Autoren der Schleier (velum) des Stiels genannt worden ist.

Zuletzt hebt bekanntlich auch bei Ph. impudicus eine rasche Streckung des Stiels die Gleba aus der Peridie hervor. Aussenwand und Gallertschicht werden dabei wie bei Ph. caninus durchrissen. Die Innenwand reisst gleichfalls an ihrem Scheitel weit auf, sie bleibt mit der Gallertschicht in fester Verbindung, die Gleba löst sich überall von ihr ab und wird aus ihr hervorgehoben. Der Kegel reisst in seinem untersten Theile quer durch; die mit dem Basalstücke zusammenhängende Portion bleibt mit letzterem als eine die Stielbasis umgebende napfförmige Scheide stehen; der obere Theil zerreisst in unregelmässige Fetzen, welche theils zwischen Hut und Stiel, theils auf der freien Aussenfläche des letzteren hängen bleiben (Velum). Während der Streckung nimmt der ganze Stiel nur wenig, der axile Raum dagegen bedeutend an Breite zu. Der Mechanismus der Streckung ist der gleiche wie bei Ph. caninus, die Kammern werden durch Luftausscheidung aufgeblasen, ihre Wände aufgerichtet und geglättet. Jede Vergrösserung der einzelnen Zellen hört vor der Streckung auf. Recht anschaulich wird dieses bei Betrachtung des oberen, nicht gekammerten Theiles der Stielwand; er nimmt an der Streckung keinen Antheil, sondern behält die ursprüngliche wellige Faltung immer bei. Die Streckung des Stieles geht bei Ph. impudicus rascher vor sich als bei Ph. caninus. Ob sie schon in $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden vollendet ist, wie Corda angibt, lasse ich dahingestellt. Alle Exemplare, welche ich kurz nach Beginn der Streckung aufgeschnitten habe, zeigten sämmtliche Kammern der Stielwand gleichmässig, wenn auch erst unvollkommen aufgeblasen, eine basipetale Entfaltung konnte ich nicht finden. Das Aussehen und das weitere Schicksal des reifen gestreckten Pilzes ist zu allgemein bekannt, um hier noch beschrieben werden zu sollen. Vortreffliche Darstellungen davon, sowie von den der Streckung unmittelbar vorhergehenden Zuständen finden sich bei Corda (Icon. V, p. 71—73. Taf. VII) und bei Krombholz.

Was die feinere Structur der Organe von Ph. impudicus betrifft, so ist dieselbe der von Ph. caninus durchaus ähnlich, eine ausführliche Beschreibung von jedem einzelnen Organe daher überflüssig. Im Allgemeinen sind die Organe von Ph. impu-

dicus, zumal die verschiedenen Häute, dicker, derber und fester, als bei der anderen Art; die äussere Peridienhaut ist auf ihrer Oberfläche und in den Interstitien ihres derben Hyphengeflechtes mit reichlichen Ablagerungen von oxalsaurem Kalk versehen.

Das Organ, welches dem Ph. impudicus eigen ist und der anderen Art fehlt, nämlich der Hut, zeigt in seinem Bau wenig bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Er stellt eine derbe zähe Haut dar, gebildet aus einem vielschichtigen Geflechte dicht verfilzter ziemlich derbwandiger cylindrischer Hyphen.

Corda beschreibt noch ein anderes besonderes Organ des Ph. impudicus, nämlich den „inneren Strunkschleier" eine mehr oder minder zerfetzte Haut, welche den axilen Hohlraum des gestreckten Stieles auskleidet. Diese Haut besteht einfach in den der Wand anhaftenden Resten des axilen Gallertstranges, welche bei Ph. impudicus derber und dauerhafter sind als bei Ph. caninus. Zumal in der Spitze des Stieles bleibt das Gallertgewebe auch nach der Streckung längere Zeit hindurch erhalten, es enthält hier vereinzelte sehr dicke und derbe Hyphen, welche es nach allen Richtungen hin durchziehen und zwischen den weicheren Elementen gleichsam ein festes Gerüste bilden. Die Oeffnung in der Spitze der Stielwand bleibt daher wie durch einen Pfropf, oder, von aussen betrachtet, wie durch ein Epiphragma geschlossen, nur bei ganz alten Exemplaren ist sie zuweilen offen.

Die Entwickelung der Sporen von Ph. impudicus ist von Lespiault (1845, l. c.), Tulasne (fung. hyp. Tab. XXI fig. X. 1851), Bonorden (Bot. Zeitg. 1851) dargestellt worden, und 1859 nochmals von Bail (Verhandl. Zool. Bot. Ges. Wien, 1859, Tab. I). Sie findet in der gleichen Weise statt wie bei der anderen Art und zwar fand ich die Sporen wie sie Tulasne abbildet ungestielt auf den Basidien sitzend, nicht von langen Stielen, welche Bonorden und Bail darstellen, getragen.

Die reifen Sporen von beiden Arten haben die Form cylindrischer, an beiden Enden abgerundeter Stäbchen; die von Ph. caninus sind $^1/_{300}$ bis $^1/_{250}$ Mm. lang und höchstens halb so breit; die von Ph. impudicus sind meist ein wenig kleiner, im Uebrigen jenen, soweit die Beobachtung reicht, ganz gleich. Die Membran der Sporen erscheint als einfache, ziemlich dunkele Linie; sie umschliesst einen homogen-trüben, oft von einzelnen kleinen Vacuolen unterbrochenen Inhalt. Aussen um die Membran geht bei Sporen, welche in Wasser liegen, ein ziemlich breiter, blasser, nicht scharf umschrie-

bener Hof, welcher, wie es scheint, das Vorhandensein einer gallertigen Aussenhaut oder Hülle um die Sporen anzeigt. Einzeln betrachtet erscheinen die Sporen blassgelblich, fast farblos, in einer dünnen Schicht schmutzig-gelbbraun bis gelbgrün; hiernach und nach den mitgetheilten entwickelungsgeschichtlichen Daten dürfte die dunkele Farbe der reifen Gleba allein von den in ungeheurer Menge angehäuften Sporen herrühren.

Bringt man von der Gleba eines reifen Pilzes eine kleine Portion in reines Wasser, so zeigen die Sporen unter dem Mikroskop eine schwach hin und her oscillirende oder wackelnde Bewegung, welche unabhängig ist von den stärkeren Strömungen, die in dem Wasser durch Erschütterungen u. s. w. hervorgerufen werden. Lässt man eine relativ grosse Wassermenge mehrere Stunden lang einwirken, so werden die Oscillationen allmählig schwächer, hören jedoch selten ganz auf. Diese Erscheinungen treten in ganz der gleichen Weise ein, sowohl an ganz frischen Sporen, als an solchen, welche Jahre lang trocken oder in Weingeist aufbewahrt oder durch Jod, durch Kochen in Wasser getödtet sind, sie sind also nicht als Eigenthümlichkeiten der lebenden Spore, sondern als rein physikalische Erscheinungen zu betrachten. Bringt man zu den in Wasser oscillirenden Sporen Alkohol, so hört die Bewegung sofort auf, um wieder zu beginnen, sobald der Alkohol durch Wasser ersetzt wird; man kann dies viele Male mit gleichem Erfolg wiederholen. Wie oben erwähnt wurde, sind die Sporen einer in Wasser zerfliessenden, aus den Membranen der Gleba entstandenen Gallerte eingebettet, die sich mit der Reife vielleicht auch theilweise in gummiartige, in Wasser wirklich lösliche Stoffe umsetzt. Man kann sich sowohl an dem unversehrten Pilz als an mikroskopischen Präparaten jeder Art leicht überzeugen, dass die Gallerte durch Alkohol sofort erhärtet, in Wasser wiederum sofort bis zum Unkenntlichwerden zerfliesst. Aus dieser Reihe von Erscheinungen folgt, wie mir scheint, dass die Oscillationen der Sporen in den Bewegungen ihren Grund haben muss, welche bei der Quellung oder theilweisen Auflösung der Gallerte in dem Wasser entstehen und so kleinen Körperchen wie die Sporen sind, mitgetheilt werden.

Die Oscillationen der Phallussporen sind denen durchaus gleich, welche bei den sogenannten Spermatien der Pyrenomyceten, Uredineen u. s. w. allgemein beobachtet werden. Letztere sind gleich den Phallussporen einer meist leicht nachweisbaren Gallerte oder gummiartigen Substanz eingebettet, welche in Wasser zerfliesst, in Alkohol erhärtet; ihre Grösse ist der der Phallussporen nahezu gleich oder geringer. Die Oscillationen dieser Körper dürften hiernach auch den gleichen Grund haben wie die der Phallussporen. Ich habe das Verhalten der frischen und getödteten Spermatien von

Cytispora incarnata Fr. und von Acrostalagmus[31]) in Alkohol, Wasser u. s. w. in derselben Weise untersucht wie das der Phallussporen und dem letzteren ganz gleich gefunden.

Noch eine Aehnlichkeit der Phallussporen mit manchen Spermatien mag hervorgehoben werden. Bekanntlich stinkt Ph. impudicus zur Zeit seiner vollen Reife stark und eigenthümlich. Die eben aus der Peridie hervorbrechende Gleba hat dagegen, wie auch Tulasne bemerkt (Fung. Carpolog. I, 40) einen besonderen, nicht unangenehmen Geruch, der sich nicht beschreiben lässt, aber wie mir vorkommt entschieden an den der Uredineenspermagonien erinnert. Diesen Geruch finde ich wieder beim Anfeuchten einer Gleba, welche fast zwei Jahre trocken dagelegen hatte, während der widerliche Gestank beim Trocknen zu verschwinden scheint.

Endlich besteht eine weitere Aehnlichkeit zwischen den meisten sogenannten Spermatien und den Phallussporen leider darin, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, ihre Keimung zu beobachten. Alle Versuche, welche ich hierzu gemacht habe, sind erfolglos geblieben und Anderen ist es nicht besser gegangen. Denn die angebliche Keimungsgeschichte des Ph. impudicus, welche Oschatz (Nov. Act. Nat. Cur. XIX, II) gegeben hat, besteht, wie sachkundige Kritiker längst anerkannt haben (Tulasne, fung. carpol. I, p. 91; Hoffmann, Index fung.) aus einer ununterbrochenen Reihe von Verwechslungen und Irrthümern.

IV. Syzygites megalocarpus.

(Tafel V und VI.)

Im Jahre 1829 hat Ehrenberg[32]) unter dem in der Ueberschrift genannten Namen einen Schimmelpilz beschrieben, welcher sich von allen anderen dadurch auszeichnet, dass seine grossen Früchte aus einer paarweisen Vereinigung keulenförmiger

---

31) Vergl. Hoffmann, Bot. Zeitg. 1854, Nro. 15 u. 16. Die Form, welche ich untersucht habe, Ac. cinnabarinus stimmt mit der Hoffmann'schen vollkommen überein, nur habe ich ihre Sporen, welche von Hoffmann gewiss mit Recht den Spermatien anderer Pilze verglichen werden, in grosser Menge keimen sehen und aus denselben mehrere einander gleiche Generationen von Acrostalagmuspflänzchen erzogen.

32) Syzygites, eine neue Schimmelgattung. Verhandl. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin. I (1829) p. 98, Taf. II und III.

Fruchtzweige entstehen. Ehrenberg's vortreffliche Darstellung lenkte die allgemeine Aufmerksamkeit auf den sonderbaren Pilz, er wurde allgemein bekannt und vielfach besprochen, aber meistens nur auf Grund der Beobachtungen seines Entdeckers. Von späteren Originalarbeiten fügte die mit schönen Abbildungen versehene Darstellung, welche wir Corda[33]) verdanken, den Angaben Ehrenberg's nur einige wenig bedeutende Einzelheiten hinzu; und die noch späteren Beobachtungen Bonorden's[34]) brachten nicht nur nichts Neues, sondern stehen hinter denen seiner Vorgänger entschieden zurück. Erst Tulasne brachte in einer kurzen Mittheilung[35]) wesentliche Erweiterungen und Berichtigungen von Ehrenberg's und Corda's Angaben, theils in Beziehung auf die Form selbst, welche Syzygites genannt worden war, theils indem er zuerst aussprach, dass die unter dem Namen Sporodinia grandis Lk. bekannte Pilzform mit Syzygites dem Entwickelungskreise einer und derselben Species angehört. Ich habe in einer ebenfalls kurzen Mittheilung[36]) Tulasne's Ansicht zu bestätigen gesucht, und zwar auf Grund von Untersuchungen, welche von den allerdings früher vollendeten Tulasne'schen in keiner Weise beeinflusst waren. Da seither über den in Rede stehenden Gegenstand nichts bekannt geworden ist, da Syzygites aber jedenfalls zu den interessantesten Pilzen und besonders zu denjenigen gehört, welche am meisten zur Demonstration des Dimorphismus der Pilzfrüchte geeignet sind, da endlich Bonorden[37]) in diesen Tagen einen wunderlichen Feldzug gegen die Lehre vom Dimorphismus und Pleomorphismus der Pilze eröffnet hat; so mag es wohl erlaubt sein, meine erwähnten Untersuchungen hier etwas ausführlicher mitzutheilen, sei es auch nur um die Darstellungen, die wir von anderer Seite wohl erwarten dürfen, zu bestätigen oder zu ergänzen.

Syzygites megalocarpus findet sich in Wäldern auf faulenden fleischigen Schwämmen, und zwar, wie schon durch Ehrenberg und Corda bekannt ist, auf sehr verschiedenen Arten derselben. Sein Mycelium ist in dem Gewebe der Schwämme

---

33) Corda, Prachtflora Europ. Schimmelbildungen. (1839) p. 49, Tab. 23.

34) Bonorden, Allgem. Mycologie p. 127. (1851.)

35) Tulasne, Comptes rendus. Tom. 41 (1855), p. 617. Auch Fung. Carpol. I, p. 64, 78.

36) de Bary, Untersuchungen über d. Conjugaten p. 65. (1858).

37) Abhandlungen aus dem Gebiete der Mycologie. Halle 1864. Ich erwähne diese Arbeit hier, weil sie mich wirklich veranlasst hat, die Beobachtungen über Syzygites jetzt zu veröffentlichen, als eine Art Erwiderung auf die Polemik ihres Autors gegen die Lehre von der Pleomorphie der Pilze. Näher auf die Polemik einzugehen, wäre verlorene Mühe.

weit verbreitet und besteht aus derben, reich verzweigten geschlängelten und oft abwechselnd eingeschnürten und varicösen Schläuchen, welche stellenweise mit zahlreichen Querwänden versehen, oft aber auch auf lange Strecken ganz querwandlos sind. Die Schläuche enthalten dicht körniges, von vielen Vacuolen durchsetztes Protoplasma und besitzen eine farblose, mässig dicke ungeschichtete Membran. Mit wässeriger Jodlösung behandelt wird letztere sofort schön rothviolett gefärbt; setzt man Schwefelsäure zu, so verschwindet diese Farbe augenblicklich, die Membran quillt rasch auf die doppelte Dicke auf und bleibt farblos, mit dem matten bläulichen Glanze, welcher in Wasser liegenden gelatinösen Zellmenbranen eigen ist. Chlorzinkjodlösung ruft eine ähnliche, doch mehr ins Braunrothe stechende Färbung hervor, wie Jod allein

Zahlreiche Zweige der Myceliumschläuche laufen gegen die Oberfläche des von Syzygites bewohnten Schwammes, schwellen dicht unter dieser an und treten dann über dieselbe hervor, um zu den fruchttragenden Aesten oder Fruchtträgern heranzuwachsen, welche auf der Oberfläche des Schwammes meistens dichte Rasen bilden.

Der Fruchtträger ist anfangs ein gerade aufrechter einfacher stumpf cylindrischer Schlauch (Fig. 5 *b*). Hat er eine Höhe von etwa 2 Mm. erreicht, so gabelt er sich an seiner Spitze in meistens drei, seltener zwei gleichstarke Hauptäste, die sich ihrerseits alsbald wiederum fünf- bis mehrmals gabelig verzweigen, und zwar in den von mir beobachteten Fällen immer dichotom, nach Corda auch dreigabelig. Mit jedem höheren Grade der Verzweigung nimmt die Dicke der Zweige ab; die des letzten wachsen zu langen dünnen Haaren aus. Alle sind abstehend-aufrecht, manche dabei oft paarweise zangenförmig gegeneinander gekrümmt; doch fand ich diese Krümmung durchaus nicht immer, und nie so beträchtlich wie sie Corda abbildet (s. Fig. 6). Bis gegen die Zeit der Reife hin ist der Fruchtträger ein verästelter durchaus querwandloser Schlauch, welcher mit farbloser Membran und farblosem dicht körnigem Protoplasmainhalt versehen, daher in reflectirtem Lichte weiss ist. Seine Wand zeigt in der Jugend das gleiche Verhalten gegen Jod wie die des Myceliums, nur die oberen Gabelzweige sah ich nie violett werden.

An den Gabelzweigen, zweiten bis fünften, manchmal auch höheren Grades entstehen die Anlagen der Fructificationsorgane, welche in den zunächst zu betrachtenden typischen Fällen folgende Entwickelung zeigen. Zwei benachbarte Gabelzweige, welche entweder gleichen oder verschiedenen Grades sein und dem nämlichen oder verschiedenen Hauptästen angehören können, treiben auf gleicher Höhe je eine seitliche stumpfe dicke Ausstülpung. Beide Ausstülpungen wachsen in horizontaler Richtung gegen

einander und treten sehr bald, d. h. bevor ihre Länge mehr als das Zwei- bis Dreifache der Dicke der Tragzweige beträgt, mit ihren Enden in innige Berührung. Jede nimmt dabei eine verkehrt-kegel- oder kurz-keulenförmige, leicht gekrümmte Gestalt an, nach welcher sie Fruchtkeulen genannt werden können; beide bilden, von dem Momente ihrer Berührung an, mit einander einen spindelförmigen, leicht nach oben gekrümmten Körper, welcher quer zwischen die beiden Tragzweige gestellt ist (Fig. 6).

Die Structur der Fruchtkeulen ist zunächst der der Zweige, von welchen sie getragen werden, im Wesentlichen gleich. Ihr Lumen steht mit dem der letzteren in offener Communication, an der Berührungsfläche ist eine jede durch ihre Membran geschlossen, beide also durch eine aus zwei Lamellen bestehende Scheidewand von einander getrennt. Diese ist eben, die Kanten, in welchen sie mit den Seitenwänden zusammenstösst, jedoch abgerundet, daher verläuft rings um den Rand der Scheidewand eine mehr oder minder tiefe Einschnürung. Letztere fand ich in jugendlichen Zuständen immer von einer dünnen Membran, wie von einer Scheide überzogen, welche straff ausgespannt und meist ohne sich in die Einschnürung einzufalten von der Seitenwand einer Fruchtkeule zur andern verläuft, gerade wie die Scheiden vieler Confervenfäden über den Rand der Querwände hinlaufen. An der Seitenwand der Keulen verliert sich diese Scheide in den Aussencontour der Membran (Fig. 7, 8). Ich fand sie von den jüngsten Entwickelungszuständen an bis zur Vollendung der Copulation, ihre Entstehung ist mir nicht klar geworden.

Die einander berührenden Keulen wachsen nun, indem sie ihre Form und Structur im Wesentlichen beibehalten, zu einer bedeutenden Grösse heran, so dass der spindelförmige Körper, den sie mit einander bilden, dem blossen Auge leicht erkennbar wird. Ihr Protoplasmainhalt vermehrt sich dabei fortwährend, in durchfallendem Lichte erscheinen sie alsbald dunkel und ganz undurchsichtig, in reflectirtem röthlich, welche Farbe von den im Protoplasma suspendirten zahlreichen Fetttröpfchen herrührt, die in grosser Menge gesehen besagte Färbung zeigen. Die rasche und gewaltige Vermehrung des Protoplasma in den Keulen kann nicht wohl auf andere Weise geschehen, als dadurch, dass jenes aus dem Mycelium durch den Fruchtträger in dieselben einströmt. Ehrenberg hat dieses Einströmen direct beobachtet, ich habe versäumt darauf genauer zu achten, dafür aber oft eine strömende Bewegung beobachtet, welche man sich wohl hüten muss mit dem normalen Fortrücken des Protoplasma zu verwechseln. Bringt man nämlich junge unversehrte Fruchtträger in Wasser, so platzt die Membran der-

selben meistens unverzüglich an einem oder an mehreren Punkten, aus dem Risse strömt Protoplasma aus und das in den entlegeneren Theilen des Schlauches befindliche rückt in raschem Strome und oft auf weite Strecken hin nach. Ganz besonders häufig entsteht der Riss an der Basis der Fruchtkeulen und zwar auf ihrer unten liegenden mit dem Wasser zuerst in Berührung gekommenen Seite, es sieht alsdann aus, wie wenn das Protoplasma wirklich in die Keule einströmte, allein in allen Fällen, welche ich genau untersucht habe, lag eine auf der erwähnten Erscheinung beruhende Täuschung vor. Man sollte nun allerdings meinen, eine solche wäre leicht zu vermeiden, aber in Wirklichkeit ist es, wegen der Dicke und Undurchsichtigkeit der Keulen und wegen der zahlreichen und oft sehr verworrenen Gabelzweige, von welchen diese umgeben sind, oft sehr schwer den Riss in der Membran und selbst die ausgeflossene Protoplasmamasse zu finden.

Wenn die Keulen ihre definitive Grösse erreicht haben, dann tritt in jeder eine der Scheidewand parallele Querwand auf, welche das der anderen zugekehrte Drittel einer jeden als besondere Zelle abgrenzt (Fig. 7). Ich will letztere die Fruchtzelle und den andern Theil der Keule den Träger oder Suspensor der Fruchtzelle nennen. Beide Fruchtzellen sind nach ihrer Abgrenzung noch eine Zeit lang durch die ursprüngliche Scheidewand von einander getrennt (Fig. 7), diese verschwindet jedoch bald und beide Fruchtzellen vereinigen sich hiermit zu einer einzigen. Sie verändern hierbei, soviel ich wahrnehmen konnte, ihre Form und Structur zunächst nicht, das Protoplasma zieht sich nicht von der Wand zurück. Das Verschwinden der Scheidewand beginnt mit einem Dünnerwerden und endlicher Perforation ihrer Mitte und schreitet von hier gegen den Umfang fort; ich fand sie einige Male (Fig. 8) in der Mitte mit einer noch engen, höchst dünnrandigen Oeffnung versehen, den grösseren peripherischen Theil dagegen noch erhalten. Es ist wegen der Dicke und Undurchsichtigkeit der Fructificationsorgane oft nicht ganz leicht, von dem soeben beschriebenen Entwickelungsgange eine klare Anschauung zu erhalten. Ich bemerke daher, dass ich nach vielem Hin- und Herprobiren die besten Präparate dadurch erhalten habe, dass ich die Exemplare des Syzygites einige Minuten in sehr verdünnte Salzsäure brachte und dann in Wasser liegend untersuchte. In besagtem Reagens bleibt das Protoplasma gleichförmigkörnig und zieht sich meist scharf umschrieben von der Wand zurück, auch trennen sich häufig die beiden Lamellen, aus welchen die Scheidewand zwischen den Fruchtkeulen besteht, nach Einwirkung der Säure leicht von einander, man kann daher das Verhalten der verschiedenen Membranen genau beobachten. Wendet man Wasser allein,

oder Alkohol, Lösungen von Zucker, Chlorzinkjod, Jod u. s. w. an, so wird die Beobachtung meistens unsicher, weil die Membranen platzen, oder mit dem Inhalt collabiren, oder letzterer noch trüber und dunkeler wird als im frischen Zustande.

Die aus der Vereinigung der beiden Fruchtzellen entstehende Zelle dient der Fortpflanzung wie allgemein angenommen und in Folgendem bewiesen werden wird; sie entsteht der obigen Darstellung zufolge durch die Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter gleichwerthiger Zellen, also durch einen ächten Copulationsprocess, sie wird daher als Copulationszelle oder Zygospore[38]) zu bezeichnen sein. Unmittelbar nach ihrer Entstehung hat sie die Form und Structur, welche den beiden Zellen zukam, aus deren Vereinigung sie entstanden ist; also die Gestalt eines zwischen beiden Suspensoren quer gestellten Cylinders; auch die dem Rande der Scheidewand entsprechende Einschnürung ist anfangs noch vorhanden (Fig. 8). In den meisten Fällen nimmt nun die Zygospore noch bedeutend an Grösse zu und erhält die Gestalt einer gestreckten oder fast kugeligen Tonne, deren leicht convexe oder ebene Endflächen den Suspensoren ansitzen (Fig. 13—18). Seltener behält sie cylindrische Form (Fig. 12) oder bleibt in der Mitte eingeschnürt, wie in Corda's Figur 14. Gleichzeitig mit der Vergrösserung und Gestaltveränderung wird die Membran der Zygospore stark verdickt und in drei Schichten gesondert, welche schon sehr bald nach der Copulation unterscheidbar und zur Zeit der Reife folgendermassen beschaffen sind (Fig. 10, 13, 14). Zu äusserst verläuft um die Seitenwand der Zygospore eine dünne, glatte, erst farblose, später gelblich-braune Haut, welche sich sowohl in die Seitenwände der Suspensoren als auch in die Querwände, durche welche die Fruchtzellen zuerst abgegrenzt wurden, fortsetzt, also der primären Membran der neugebildeten Zygospore entspricht. Dieser Haut innen angelagert ist eine zweite, meist sehr derbe und dunkelbraune, welche ich Aussenhaut der Zygospore oder Episporium nennen will; sie liegt der primären Haut entweder überall fest an oder ist an den Kanten derart abgerundet, dass hier eine dreikantige ringförmige Lücke zwischen beiden Membranen bleibt. Auf den beiden Endflächen der Zygospore ist die Aussenhaut stets glatt, homogen und dünner als auf der Seitenfläche; letztere ist mit zahlreichen groben stumpfen Warzen bedeckt, welche mehr oder minder stark nach aussen vorspringen und keine Verdickungen, sondern hohle Vortreibungen der Membran darstellen, daher als helle, von Doppellinien umschriebene Kreise erscheinen, wenn man bei Betrachtung der Oberfläche

[38]) Vergl. meine Untersuch. üb. d. Conjugaten pag. 57—65.

der Seitenwand, ihre Basis scharf einstellt. Der Aussenhaut innen angelagert ist endlich das Endosporium, eine dicke, weiche und zähe, geschichtete glashelle Haut, deren Endflächen gleichfalls ganz glatt sind, während die Seitenfläche zahlreiche stumpfe Warzen zeigt, die genau in die Höhlungen der Prominenzen der Aussenhaut passen. In der ersten Jugend (Fig. 10) sind diese Warzen gleichfalls hohle Vortreibungen oder Falten, an der reifen Zygospore (Fig. 14) sitzen sie dagegen als feste solide Körper dem Endosporium aussen auf. So sehr dieses auch einer gewöhnlichen geschichteten Cellulosehaut ähnlich sieht, so konnte ich an ihm doch niemals durch Reagentien eine Blau- oder Violettfärbung erhalten. In einigen wenigen Fällen fand ich bei kleinen reifen Zygosporen die Warzen der beiden Häute nicht oder kaum angedeutet (Fig. 12). Der Inhalt der Zygospore besteht entweder aus einem gleichförmig-grobkörnigen dichten Protoplasma von matt orangerother Farbe, oder aus farblosem Protoplasma, in welchem zahlreiche dicke orangerothe Fetttropfen suspendirt sind. Letztere wurden seit Ehrenberg als Sporen, die Zygospore als deren Mutterzelle, also Sporangium beschrieben; erst Tulasne hat den Sachverhalt richtig dargestellt.

Bis nach Vollendung des Copulationsprocesses bleibt der Fruchtträger wie zu Anfang gebaut, nur wird er allmählich protoplasmaärmer. Sind die Zygosporen gebildet, so nehmen theils die Suspensoren derselben an Grösse noch zu, indem sie sich entweder vorzugsweise in die Länge strecken oder zu birnförmiger Gestalt anschwellen; theils findet in den Gabelzweigen, zumal in den haarförmigen Enden derselben noch eine deutliche Längsstreckung statt. Zugleich wird der ganze Fruchtträger durch zahlreiche Querwände in zahlreiche cylindrische Zellen von sehr ungleicher Länge abgetheilt (Fig. 11), welche, soviel ich beobachten konnte, gleichzeitig in allen Theilen des Fruchtträgers zu entstehen scheinen, in den oberen Dichotomien am zahlreichsten sind und in dem Stamme oft ganz fehlen. Alle Membranen werden dabei dicker und derber, oft sehr stark verdickt und deutlich geschichtet und erhalten eine braungelbe Farbe, welche gegen den Grund des Fruchtträgers hin an Intensität stetig zunimmt. Der Protoplasmainhalt verschwindet während dessen bis auf spärliche braunwerdende und schrumpfende Reste. Der Fruchtträger hat hiermit die Beschaffenheit eines braunen Fadens erhalten, der unten einfach, plötzlich reich verzweigt ist; die unteren Ramificationen bilden ein aus verworrenen Aesten und schwarzbraunen Zygosporen bestehendes Knäuel, welches von den gestreckten Enddichotomien wie von einem langen Haarbusche überragt wird. Es wurde schon oben gesagt, dass die Fruchtträger in dichten Rasen bei einander zu stehen pflegen; ihre Aeste verflechten sich daher oft unentwirrbar in einander und man kann bei

der Reife meistens den ganzen Rasen wie ein dichtes haariges Fell von dem Substrat abziehen.

Bei der dichten Verflechtung der Träger mit einander ist es oft nicht leicht genau zu bestimmen, wie viele Zygosporen an den einzelnen zur Reife kommen. Doch ist ihre Zahl gewöhnlich nicht gross und mag in der Regel 2—6 betragen. Kaum ein einziges Exemplar dürfte aber vorkommen, an welchem nicht weit zahlreichere Fruchtkeulenpaare angelegt als Zygosporen gebildet werden. An den Gabelungen, welche die reifen Zygosporen überragen, findet man solche Paare in allen Grössen. Sie nehmen, wenn jene reif werden, die Structur und braune Farbe der Gabelzweige an, und hiermit steht wie bei diesen ihr Wachsthum still. Was Corda und Bonorden als jugendliche Entwickelungszustände der Syzygitesfrüchte abbilden, sind solche verspätete und stets unentwickelt bleibende Fruchtanlagen, denn die erwähnten Abbildungen stellen überall die Membranen schon braungefärbt dar, fortbildungsfähig sind aber nur ganz farblose Exemplare.

Viele der auf jugendlicher Stufe stehen bleibenden Fruchtanlagen stellen einfache flach halbkugelige bis keulen- und birnförmige Aussackungen der Schlauchwand dar, in welchen eine Abgrenzung der Fruchtzellen nie zu Stande kommt. Sehr oft findet man aber auch solche Keulen, welche die Grösse copulirender erreichen, wie diese die Fruchtzellen bilden, aber miteinander nur in loser Berührung stehen, ohne zu verwachsen oder gar zu verschmelzen. Nichtsdestoweniger nehmen bei diesen die Fruchtzellen meistens genau den Bau der Zygosporen an, sie unterscheiden sich von diesen nur durch meistens geringere Grösse, und dadurch, dass ihre an den Suspensor grenzende eine Seite glatt bleibt, während die ganze übrige Oberfläche warzig wird (Fig. 11, 19). Man kann hierdurch auch bei solchen Fortpflanzungszellen, welche von ihren Trägern losgerissen sind, deutlich erkennen, ob sie Zygosporen oder Organe von der letztbeschriebenen Entstehung, die Azygosporen heissen mögen, sind. Erstere haben immer zwei glatte runde Endflächen und eine warzige Seitenfläche, bei letzteren ist nur ein kleines kreisförmiges Stück der Oberfläche glatt, der ganze übrige meist viel grössere Theil warzig. In allen Syzygitesrasen, welche ich untersuchte, habe ich zahlreiche Azygosporen gefunden. Corda bildet einen Fruchtträger ab, welcher ausschliesslich mit Azygosporen versehen ist[39].

---

[39]) Corda l. c. Fig. 4. Ob solche Exemplare den Azygytes Mougeotii Fries darstellen, wie Corda glaubt, oder ob dieses von einem anderen, durch Tulasne aufgefundenen Pilze gilt, lasse ich dahingestellt. Vgl. Fries, S. M. III, 330. Tulasne, Sel. fung. Carpolog. I, p. 64.

Die ganze Entwickelung der Fruchtträger bis zur Reife wird binnen etwa 24 Stunden vollendet. Auf geeignetem Substrat vergrössern sich die fruchttragenden Rasen von Tag zu Tag in centrifugaler Richtung, wie dies schon von Ehrenberg sehr anschaulich beschrieben worden ist.

Schon von seinem Entdecker wurde der Syzygites in Gesellschaft der stattlichen, fleischige Schwämme bewohnenden Hyphomycetenform gefunden, welche von Link Aspergillus maximus und später Sporodinia grandis genannt worden ist[40]). In der That wachsen beide Pilzformen der Regel nach gesellig bei einander, entweder so, dass die langen Fruchtträger der Sporodinia allenthalben in Menge zwischen denen des Syzygites hervorkommen, die letzteren überragend und oft ganz verdeckend, oder so, dass am Rande des Syzygitesrasens dicht gedrängte oder vereinzelte Sporodinia-Individuen stehen. Ich erinnere mich nicht, Syzygitesrasen gefunden zu haben, denen die Sporodinia gänzlich gefehlt hätte, wenn diese auch in einzelnen Fällen erst nach mehrtägiger Cultur an dem Rande der Rasen erschien. Sporodinia ohne Syzygites findet man zuweilen.

Das Mycelium der Sporodinia ist von dem des Syzygites nicht zu unterscheiden; gleich letzterem zeigt seine Membran, so lange sie jugendlich ist, die oben beschriebene Violettfärbung durch Jod und Wiederentfärbung durch Schwefelsäure. Die fruchttragenden Zweige desselben treten an die Oberfläche des Substrats, schwellen hier zu einer viel beträchtlicheren Dicke als die in dem Schwammgewebe verbreiteten an, und strecken sich zu cylindrischen Schläuchen, welche eine Länge von 1 — 2 Cm. erreichen. Sie sind anfangs aufrecht und bleiben es, wo sie in Menge bei einander stehen, indem einer den anderen stützt; wo sie einzeln stehen, da werden sie meistens bald durch das Gewicht ihres oberen Theiles niedergebogen. Ihre Spitze theilt sich wenigstens fünf- bis sechsmal in kurze, stumpfwinkelig divergirende Gabelzweige; die Theilung ist meist regelmässig und streng dichotom und die Verzweigungsebenen der aufeinander folgenden Ordnungen schneiden einander rechtwinklig (Fig. 1). Alle Zweige sind anfangs ziemlich genau cylindrisch, die des letzten Grades an der Spitze stumpf abgerundet. Bald beginnt in diesen die Sporenbildung, welche genau der für Mucor bekannten entspricht. Die Zweigenden schwellen zu kugeligen Blasen an, in welche reichliches körniges Protoplasma einströmt, und welche bald durch eine nach oben con-

---

40) Vgl. Ehrenberg, Silv. myc. Berolin. p. 24. Link, in Willdenow. Spec. plant. VI. p. 94. Fries, Syst. mycol. III, 378, 88. Erstgenanntes Citat entnehme ich den anderen genannten Schriften, weil mir die Silv. mycol. fehlen.

vexe Querwand als Sporangiumzellen von ihrem Träger abgegrenzt werden. Dann zerfällt das Protoplasma der Sporangien mit einem Male in eine Anzahl verschieden grosser Portionen, welche ihre Oberfläche rasch abrunden, mit einer Membran umgeben und sich zu den Sporen ausbilden (Fig. 2). Die Wand des Sporangiums ist farblos, sehr zart und vergänglich. Bringt man reife Exemplare in Wasser, so verschwindet sie sofort; an älteren Exemplaren scheint sie immer zerstört zu werden, die Sporen sind zu nackten Köpfchen rings um die vorgewölbte (der sogenannten Columella von Mucor entsprechende), untere Wand des Sporangiums angehäuft und fallen leicht ab (Fig. 1)

Bis zur Abgrenzung der Sporangien, oft selbst bis zur Periode der Sporenbildung ist der Fruchtträger der Sporodinia ein durchaus querwandloser Schlauch, von Protoplasma erfüllt, welches ich in dem Stamme und den Gabelzweigen immer farblos, in den jungen Sporangien dagegen, in Uebereinstimmung mit Tulasne, häufig blass röthlich oder orange gefärbt, manchmal auch farblos fand. Die Membran ist gleichfalls farblos, sie zeigt in der Jugend das gleiche Verhalten zu Jod und Schwefelsäure, wie bei Syzygites, nur dass die violette Färbung heller ist wie bei diesem. Die Wand der Sporangien sah ich (ebensowenig wie die Sporenmembran) nie durch Jod violett werden. Sobald die Sporangien gebildet sind, oder manchmal noch später, treten in dem ganzen Schlauche und seinen Verzweigungen zahlreiche ordnungslos gestellte Querwände auf, alle wie es scheint mit einem Male, eine Erscheinung, welche wiederum an Syzygites, aber auch an die Mehrzahl der gewöhnlichen Mucorformen erinnert. Zugleich schwellen die Enddichotomien, welche die Sporangien tragen, zu breiten, länglichen, eiförmigen oder keulenförmigen Blasen an, und gleichzeitig mit diesen Veränderungen vermindert sich die Protoplasmamenge bis auf geringe Ueberbleibsel, während die Membranen allenthalben dicker, fester und grau- oder gelblich braun gefärbt werden (Fig. 1).

Die reifen Sporen (Fig. 3—5) sind meistens rundlich oder breit oval, viele aber auch höchst unregelmässig eckig und wunderlich gestaltet; ihre Grösse ist sehr ungleich, sie schwankt zwischen $\frac{1}{90}$ und $\frac{1}{25}$ Mm. Sie sind mit einer glatten, homogenen, hellbraunrothen Aussenhaut und einem sehr zarten farblosen Endosporium versehen und im frischen Zustande mit dichtkörnigem Protoplasma erfüllt.

Nach dem Mitgetheilten ist es einleuchtend, dass zwischen Sporodinia und Syzygites in vielen Punkten eine grosse Aehnlichkeit besteht, und wenn man ihr fast constantes geselliges Vorkommen und besonders den Umstand in's Auge fasst, dass beiden genau ein und dasselbe Mycelium eigen ist, so liegt die Vermuthung sehr nahe, dass beide

verschiedene Organe einer und derselben Pflanze sind. Bewiesen ist diese Vermuthung durch die mitgetheilten Daten allerdings noch nicht, wenngleich in der vollkommenen Gleichheit der Mycelien, aus welchen beide Fruchtformen hervorgehen, ein gewichtiges Argument für dieselbe liegt, denn die Mycelien verschiedener Pilzarten oder gar Gattungen sind in der Regel, wenn man sie genauer untersucht, weit deutlicher von einander verschieden als gemeiniglich angenommen zu werden pflegt. Tulasne gibt an, dass die Syzygites- und Sporodiniafrucht auf verschiedenen Zweigen eines und desselben Fruchtträgers gebildet werden, ein Verhalten, welches, wenn es constant vorkäme, jede weitere Beweisführung für ihr Zusammengehören überflüssig machen würde. Ich will die Richtigkeit von Tulasne's Beobachtung nicht bestreiten, muss aber doch die erwähnte Erscheinung für eine äusserst seltene halten, denn bei sehr zahlreichen Exemplaren, welche ich seit 1856 alljährlich untersucht habe, fand ich beiderlei Fruchtformen immer unzweifelhaft je auf besonderen aus dem Substrat hervorkommenden Trägern. Nach diesen Beobachtungen musste ich nach einem weiteren Beweise für die Zusammengehörigkeit beider Formen suchen und dieser wird in durchaus vorwurfsfreier Weise durch die Keimungsgeschichte geliefert.

Aussaaten von Zygosporen des Syzygites werden häufig durch die lästigen Feinde solcher Untersuchungen, die Chytridien zerstört; doch kann ich wenigstens von einer vollkommen gelungenen berichten. Reife Zygosporen und Azygosporen, am 1. November gesammelt, wurden am 5. November möglichst sorgfältig gereinigt und in ein Schälchen mit Wasser gebracht, in den nächstfolgenden Wochen zu wiederholten Malen gereinigt und mit frischem Wasser versehen. Bis zum 25. November zeigten sie keine Veränderung; ob eine solche in dem Protoplasma stattfand, musste wegen der Undurchsichtigkeit der brauen Aussenhaut unentschieden bleiben. Am Vormittage des bezeichneten Tages wurde die ganze Aussaat durchgemustert und zwei Keimungen gefunden; schon am Nachmittag waren einige weitere vorhanden, bis zum 5. December kamen täglich neue hinzu, alle verhielten sich untereinander im Wesentlichen gleich.

Der Beginn der Keimung (Fig. 15) wird dadurch angezeigt, dass die braune Aussenhaut an einer Seite weit aufreisst, sie wird gesprengt durch die nach allen Seiten sich ausdehnende Innenzelle. Diese stellt eine prall gespannte Blase dar, deren Membran jetzt, offenbar in Folge der Ausdehnung, weit dünner als zur Zeit der Reife und auf der Oberfläche immer ganz glatt ist. Sie ist angefüllt von dichtem, undurchsichtigem (in reflectirtem Lichte weiss aussehendem) gleichförmig feinkörnigem Protoplasma. An der durch den Riss des Episporiums frei gelegten Seite treibt das Endo-

sporium alsbald zwei, seltener vier dicht neben einander entspringende Keimschläuche, sehr selten nur einen einzigen (Fig. 16 — 18). Die Schläuche entstehen wie die für die Keimung der meisten Pilzsporen bekannten. An ihrer Bildung nimmt nur die Protoplasmamasse und die diese umkleidende innerste Membranschicht Theil, die äusseren Lagen des Endosporiums werden von dem Schlauche durchbohrt.

Lässt man die Keimschläuche in Wasser liegen, so verzweigen sie sich meistens nahe bei ihrer Ursprungsstelle dichotom, die Aeste wachsen dann zu einer bedeutenden Länge heran, wobei sie sich wellig krümmen oder spiralig winden und zuweilen noch einmal dichotom verzweigen. Selten fand ich die Keimschläuche ganz unverzweigt. In dem Maasse als sie sich strecken, rückt das Protoplasma mit ihrer Spitze vorwärts, das Endosporium wird allmählich entleert. Querwände fand ich in jungen Keimschläuchen hier und da vereinzelt (Fig. 17), in der Regel fehlen sie. Nach einiger Zeit steht das Wachsthum der im Wasser bleibenden Schläuche still und sie sterben ab. Bringt man dagegen Zygosporen, welche in Wasser schon zu keimen begonnen haben, auf eine nur feuchte Unterlage, so richtet sich die Spitze der Keimschläuche senkrecht auf, sie verzweigen sich ein- bis zweimal dichotom, und strecken sich dann rasch auf eine Länge von 1 bis 2 Cm., indem sie gleichzeitig viel dicker als die im Wasser wachsenden werden. Mit der Streckung sinken sie meist um, so dass ihre Spitze den Boden berührt. Endlich hebt an der Spitze eine neue dichotome Verzweigung an: sie erhält alle Eigenschaften der oben beschriebenen Fruchtträger von Sporodinia und bildet gleich diesen Sporangien und Sporen.

Hält man die Zygosporen, bevor sie anfangen Schläuche zu treiben, auf feuchtem Boden, so keimen sie wie im Wasser, nur mit dem Unterschiede, dass die Schläuche sich von Anfang an senkrecht erheben. Die Sporodiniafruchtträger, welche ihnen entsprossen, waren an den beobachteten Exemplaren denen vollkommen gleich, welche man im Walde mit Syzygites zusammen findet. Ein Mycelium entwickelt sich bei dem beschriebenen Keimungsprocesse nicht, die Sporodinien sprossen immer unmittelbar aus dem Endosporium hervor und entwickeln sich auf Kosten der in diesem aufgespeicherten Reservenahrung; letztere wird zur Bildung jener vollkommen aufgebraucht, das Endosporium enthält zuletzt nur mehr wässerige Flüssigkeit.

Den feuchten Boden stellte ich theils dadurch her, dass ich die Zygosporen auf Glasplatten in flache Wassertropfen brachte, aus denen sie hervorragten, theils legte ich sie auf feucht gehaltene Stücke des Hutes von Hydnum repandum. Auch in dem letzteren Falle entwickelte sich kein Mycelium, sondern nur Sporodinia-Fruchtträger aus den

Keimschläuchen, obgleich das Mycelium des Syzygites in genanntem Schwamme gedeiht und Frucht trägt. Nach allen diesen Thatsachen ist das Zusammengehören von Sporodinia und Syzygites auf das bestimmteste bewiesen, und dieser Pilz mehr als vielleicht irgend ein anderer geeignet, um das Vorkommen differenter Fructificationsorgane bei einer und derselben Species zur Evidenz zu bringen. Bei der beträchtlichen Grösse seiner Organe kann man selbst mit unbewaffnetem Auge den beschriebenen Entwickelungsgang fast vollständig verfolgen.

Die Organe, welche oben als Azygosporen bezeichnet wurden, zeigen, wie ich mich mehrmals überzeugt habe, die gleichen Keimungen wie die Zygosporen (Fig. 19).

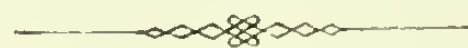
Was endlich die in den Köpfchen von Sporodinia gebildeten Sporen betrifft, so treiben dieselben, wenn sie frisch in Wasser oder auf eine feuchte Unterlage gebracht werden, schon nach einigen Stunden cylindrische etwas gekrümmte Keimschläuch nach einer oder nach zwei Seiten hin, in der Weise, welche für die Mehrzahl der Pilzsporen bekannt ist (Fig. 4.) In den Keimschläuchen treten alsbald Querwände auf; cultivirt man Wassertropfen auf dem Objectträger, so verzweigen sie sich, ihre Enden treten sie in flachen senkrecht über die Oberfläche des Wassers hervor, nach wenigen Tagen sterben sie aber ab, ohne zu fructificiren. Säet man die Sporen auf die befeuchtete Oberfläche eines fleischigen Schwammes (ich benutzte Exemplare von Lactarius quietus? und Russula rubra), so dringen die Enden der Keimschläuche alsbald in die Substanz des Schwammes ein und nehmen hier sofort alle Eigenschaften des oben beschriebenen Syzygites-Myceliums an, welches sich dann in dem Schwammgewebe ausbreitet. Es ist nicht schwer, einige Tage nach der Aussaat Myceliumschläuche aus den besäeten Schwämmen herauszupräpariren, welche mit den entleerten Sporenmembranen in so deutlichem Zusammenhange stehen, wie die erst wenige Stunden alten Keimschläuche. Bei meinen Aussaatversuchen, welche im October und November 1856 mit im Freien gereifter Sporodinia angestellt wurden, war am Tage nach der Aussaat das Eindringen der Keimschläuche leicht zu constatiren. Nun dauerte es 10 bis 25 Tage bis die ersten Anfänge der Fruchtträger als dicke aufrechte Schläuche auf der Oberfläche erschienen und nun rasch Zygosporen bildeten, also die Syzygitesform annahmen; in 24 bis 48 Stunden waren die besäeten Stücke von Syzygitesrasen bedeckt. Erst etwa 8 Tage nach dem Auftreten der ersten Syzygitesfrüchte erschienen im Umkreis der Rasen Sporodinia-Fruchtträger, die sich normal ausqildeten, jedoch in den in Rede stehenden Versuchen immer vereinzelt blieben.

Hiermit ist also der Nachweis geliefert, dass sich aus den Sporen der Sporodinia ein Mycelium entwickelt, welches dem Muttermycelium gleich ist und welches zunächst Syzygitesfrucht erzeugen kann. Einige Male ist es mir sogar gelungen, junge Fruchtträger im Zusammenhange mit der entleerten Membran der gekeimten Sporen freizupräpariren (Fig. 5). Allerdings waren diese Fruchtträger noch unverzweigt; dass sie der Syzygitesform angehörten, dürfte aber nicht zweifelhaft sein, weil dies von allen übrigen galt. Da man übrigens die Sporodiniaform im Freien manchmal für sich allein und ohne Syzygites findet, so kann nicht bezweifelt werden, dass sie sich auch sofort und als Vorläufer der Syzygitesform aus dem Mycelium, beziehungsweise aus den Sporodiniasporen entwickeln kann.

Schliesslich will ich nicht unerwähnt lassen, dass mir alle diejenigen Culturversuche misslungen sind, d. h. keine vollständige Fruchtentwickelung des Syzygites gaben, bei welchen die besäeten Schwämme bald nach der Aussaat in Fäulniss übergingen. Mit dem Eintritt des letzteren stand die Entwickelung des Syzygites still auf der Stufe, die sie gerade erreicht hatte, selbst die schon angelegten Fruchtträger kamen nicht mehr zur Ausbildung. Hiernach scheint Syzygites ein ächter Parasit zu sein, der in frischen Schwämmen gedeiht und ihre Fäulniss befördert, durch letztere selbst aber getödtet wird. Fernere ausgedehntere Culturversuche werden hierüber bestimmteren Aufschluss geben.

Fasst man die Resultate der obigen entwickelungsgeschichtlichen Beobachtungen kurz zusammen, so ist Syzygites ein Hyphomycet mit zweierlei Fructificationsorganen, welche sich der Regel nach auf jeweils besonderen Trägern aus demselben Mycelium entwickeln und zwischen welchen theils ein regelmässiger Generationswechsel, theils ein minder regelmässige Succession besteht. Die eine Fruchtform wird durch Zygosporen dargestellt, welche den Ehrenberg'schen Syzygites speciell charakterisiren. Sie entstehen der Regel nach durch einen ächten Copulationsprocess, sind daher (vgl. meine Unters. d. Conjugat. p. 58, 65) den Oosporen verwandter Thallophyten an die Seite zu stellen; allerdings kommen auch häufig ihnen in jeder Beziehung ähnliche Organe (Azygosporen) ohne Copulation zu Stande. Die andere Fruchtform ist eine durchaus geschlechtslose; die Fortpflanzungszellen, welche sie erzeugt, sind daher, der gegenwärtig zu gebrauchenden Terminologie gemäss, als Sporen, die Hyphen, auf welchen sie gebildet werden, als Sporenträger zu bezeichnen. Letztere, Link's Sporodinia grandis darstellend, bilden auf den Spitzen ihrer Enddichotomien kugelige

vergängliche Sporenmutterzellen, in welchen die Sporen in der Weise wie bei Mucor entstehen, und gleichen den Sporenträgern der Mucorarten so vollständig, dass sie für sich allein von diesen kaum generisch getrennt werden dürften. Der keimenden Zygospore entsprossen unmittelbar einer bis einige Sporenträger: aus der keimenden Spore entwickelt sich ein Mycelium, welches entweder zunächst Zygosporenträger und nachher zwischen und ringsum diese Sporenträger erzeugt, oder wohl auch beiderlei Fruchtträger in der umgekehrten Aufeinanderfolge bilden kann. —



Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Protomyces macrosporus.

Figur 19 und 20 nach 195facher, Fig. 14 nach 720facher, alle übrigen nach 390facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1. Myceliumfaden mit den Anlagen von 4 Sporangien, von denen das eine in der Entwickelung schon weit vorgeschritten ist. Aus dem Blattstiele von Aegopodium, und zwar nach einem frischen, nicht macerirten Längsschnitt.

Fig. 2. Reifes, kleines Sporangium, mit seinem Mycelium im Zusammenhange, durch Maceration freigelegt, im December.

Fig. 3—25. Keimende Sporangien und Sporen, in der ersten Hälfte des Decembers beobachtet, nachdem die reifen Sporangien Anfangs November in Wasser gebracht worden waren. Nur Fig. 13 und 14 stammen von einer anderen Aussaat her.

Fig. 3. Fettkörnchen des Sporangiuminhalts in der Peripherie aufgelöst, in der Mitte noch einen dicken runden Klumpen bildend.

Fig. 4. Fettkörner verschwunden, durch feinkörniges Protoplasma ersetzt.

Fig. 5. Beginn des Ausschlupfens vom Endosporangium. Dieses an der einen Seite vom Episporangium entfernt, an der entgegengesetzten Seite dergestalt gegen dieses gedrängt, dass die einzelnen Membranen nicht deutlich von einander unterscheidbar. Ob schon ein Riss im Episporangium ist, war wegen der Undurchsichtigkeit des Inhalts nicht zu entscheiden. Das Präparat blieb unverändert von 7—10 Uhr Abends; um 10 Uhr 45 Min. war das Endosporangium ausgeschlüpft wie in Fig. 6.

Fig. 6. Eben ausgeschlüpftes Endosporangium, vor der aufgerissenen Aussenhaut liegend und durch die gequollene gallertige Mittelhaut an diese angeklebt.

Fig. 7. Aehnliches, etwas weiter entwickeltes Exemplar. Bildete sich sehr langsam aus: von 9—12 Uhr blieb es unverändert; um 4 Uhr war die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht, um 6 Uhr die Zusammenballung der Sporen fertig.

Fig. 8. Beginn der Protoplasmawanderung (anderes Exemplar als Fig. 7, die Aussenhaut ist hier und in den folgenden Figuren nicht mit abgebildet, haftete aber in allen abgebildeten Exemplaren dem Endosporangium an).

Fig. 9. Sporangium, in welchem die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht soeben vollendet ist; um 11 Uhr 20 Min. Vorm.

Fig. 10. Dasselbe um 12 Uhr 30 Min. Es ist grösser geworden, das Protoplasma durchsichtiger, mit Ungleichheiten und Vacuolen versehen, die ein grobes unregelmässiges Netz bilden, und mit der feinen gleichmässigen netzförmigen Gruppirung der Körnchen.

Fig. 11. Etwas früherer Entwickelungszustand als Fig. 9 (anderes Exemplar). Centrale Vacuole noch nicht fertig gebildet, netzförmige Zeichnung im Protoplasma deutlich.

Fig. 12. (Anderes Exemplar) Sporangium kurz vor Beginn der Sporenbildung, mit anscheinend ganz homogenen, breiten Netzstreifchen.

Fig. 13. Sporangium, in welchem die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht nahezu fertig ist, entsprechend Fig. 11.

Fig. 14. Kleine Stücke des Protoplasma aus demselben Sporangium, nach 720facher Vergrösserung gezeichnet. *a* dem Zustand der Fig. 13, 11 entsprechend. *b* etwas später, Körnchen in mehreren Reihen geordnet, Netz daher engmaschiger, entsprechend Fig. 10, 12. *c* noch später, Körnchen in rundliche Gruppen geordnet: Anfang der Sporenbildung.

Fig. 15. Sporangium mit eben vollendeter Sporenbildung — etwas weiter entwickelt als Fig. 14*c*.

Fig. 16. (Anderes Exemplar) Sporen an dem Scheitel zusammengeballt, homogene Substanz in Form feiner Fäden zu dem Ballen hinfliessend.

Fig. 17. Anderes Exemplar, etwas weiter entwickelt, nur mehr wenige Streifchen der homogenen Substanz vorhanden.

Fig. 18. Dasselbe, wenig später, homogene Suhstanz verschwunden.

Fig. 19. Sporangium, dessen Sporenballen und „Scheitel" an der Seite liegt. *b* dasselbe nach der Ejaculation.

Fig. 20. Sporangium im Moment der Ejaculation. Die Sporen werden in einem Strahl hervorgespritzt; 5 sind in dem Sporangium zurückgeblieben.

Fig. 21. Leere Membranen eines Sporangiums. Einige Sporen kleben an dem Primordialschlauch.

Fig. 22. Sporen unmittelbar nach der Ejaculation.

Fig. 23. Copulirte Sporen, 3 Stunden nach der Ejaculation.

Fig. 24 u. 25. Copulirte Sporen 24 Stunden nach der Ejaculation. Fig. 24 in einem Wassertropfen ohne Deckgläschen, Fig. 25 unter Deckgläschen auf dem Objectträger cultivirt.

Fig. 25. Junger Protomyces von dem Stiele des Blattes 2 des Aussaatsversuchs I (s. S. 150). Die Abbildung stellt die Mitte eines ganz jungen punktförmigen Protomycesfleckchens von aussen betrachtet dar. Das Präparat wurde erhalten durch einen der Oberfläche des Blattstiels parallelen Schnitt, welche die Epidermis sammt der daranstossenden Parenchymlage entfernte. Gezeichnet wurden nur die Umrisse der Epidermiszellen und die Fäden des Pilzes soweit sie ganz deutlich sichtbar waren, die Parenchymzellen sind der Deutlichkeit der Figur wegen weggelassen. *a* und *b* die Epidermiszellen, an deren Grenze der senkrecht durch die Epidermis wachsende Pilzfaden verläuft. Diese beiden Zellen hatten einen geschrumpften, gelblich gefärbten Primordialschlauch, während die übrigen gesund und normal

waren. *p* die kreisförmige äussere Endfläche des senkrecht durch die Epidermis laufenden Pilzfadens. Die übrigen abgebildeten Theile des Pilzes sind zwischen Epidermis und Parenchym ausgebreitet; bei *n* senden sie Zweige in die tiefere Parenchymlage.

Tafel II.

Figur 1—7 Protomyces Menyanthis.

Fig. 1. (Vergr. 190) Querschnitt durch eine junge Protomyces-Pustel am Blattstiele des Menyanthes. Im Innern der Parenchymzellen zahlreiche Protomyces-Sporen. Die Epidermis und ein grosser Theil des darunter liegenden Parenchyms war hellbraun gefarbt die weiten luftfuhrenden Intercellulargänge sind durch dunklere Umrisslinien angedeutet.

Fig. 2—5. (Vergr. 390) Längsschnitte durch junge Protomycespusteln am Blattstiel. Die nach aussen gekehrte Seite der Präparate sieht auf der Tafel nach Rechts, die nach der Mittellinie des Blattstiels gekehrte nach Links.

Fig. 2. Aus dem jüngsten innersten Theil einer Pustel. In den Parenchymzellen Chlorophyll und Zellkerne (*n*) intact, von einem der Kerne (n^*) läuft ein Protoplasmafaden zur Wand. Im Innern der Zellen die die Membran durchbohrenden Myceliumfäden des Pilzes mit ihren blasigen Anschwellungen. Sie sind bis in die Zellreihe *p-p* vorgedrungen, einige im Begriff sich in die nächst innere Reihe *r-r* einzubohren.

Fig. 3. Aehnliches Präparat wie Fig. 2. Die blasigen Anschwellungen der Myceliumfäden zeigen vielfach das feine Büschel auf ihrer Spitze. Das Mycelium ist theils bis zur Zellreihe *p-p*, theils weiter nach *r-r* gedrungen. Es konnte nicht weiter nach aussen verfolgt werden als bis in die Reihe *s-s*, weil diese von der Reihe *m-m* verdeckt war.

Fig. 4. Aus dem älteren Theil einer Pustel. In den Parenchymzellen Myceliumfäden mit ihren blasigen Anschwellungen; Zusammenhang beider theilweise deutlich, die Anschwellungen zum Theil grösser geworden und mit Körnchen reichlich versehen; eine in deutlichem Zusammenhang mit einem Myceliumfaden, schon fast zur Grösse der fertigen Sporen herangewachsen.

Fig. 5. Sporen verschiedenen Entwickelungsgrades in den mit noch farblosem körnigem Inhalt versehenen Parenchymzellen des Blattstiels.

Fig. 6. (Vergr. 190.) Längsschnitt durch eine reife Pustel am Blattstiel. Reife Sporen in dem braun gewordenen Zellinhalt eingeschlossen.

Fig. 7. (Vergr. 390.) Aus einer reifen, getrockneten Pustel in der Blattlamina durch Maceration frei gelegt. *a* reife Spore. *b* zwei reife Sporen in dem vertrockneten, hart, spröde und braun gewordenen Zellinhalt eingeschlossen.

Fig. 8—10 Protomyces endogenus.
(Fig. 8 vergr. 90, die anderen 390.)

Fig. 8. Querschnitt durch ein von Protomyces bewohntes Internodium von Galium Mollugo (Rinde).

Fig. 9. Reife Spore.

Fig. 10. Mycelium mit Sporen verschiedener Entwickelungsgrade aus tangentialen Längsschnitten durch die Rinde des Galium frei präparirt, ohne Maceration. *b* und *c* jüngste Entwickelungstadien der Sporen.

Fig. 11 Physoderma Eryngii. (Vergr. 390.)

a, *b*, *c*, Mycelium mit jugendlichen Sporen aus lebenden Exemplaren frei präparirt. *d*, *f*, *g* reife und halbreife Sporen, bei *d* und *f* in deutlichem Zusammenhang mit Myceliumfäden, aus getrockneten Exemplaren frei präparirt.

Fig. 12 Physoderma pulposum. (Vergr. 190.)

Stückchen des Fasernetzes frei präparirt, mit 2 daran haftenden Sporen.

Fig. 13 Physoderma maculare. (Vergr. 390).

Epidermiszelle von Alisma Plantago, in welcher 3 Sporen des Parasiten liegen. Aus einem Längsschnitt durch eine Pustel.

Tafel III.

Exoascus Pruni. Alle Figuren sind nach 390—400facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1 u. 2. Von der Oberfläche einer Tasche von Prunus domestica. Fig. 1 Stückchen Epidermis von aussen betrachtet. Mycelium des Exoascus bei *p*-*p* zwischen den Seitenwänden der Oberhautzellen hervortretend und auf der Aussenfläche der Epidermis sich verbreitend.

Fig. 2. Myceliumnetz von der Oberfläche einer etwas älteren Tasche, von aussen gesehen. Von den Theilen der Epidermis ist nur die vom Pilze freigelassene Spaltöffnung gezeichnet, die Umrisse der übrigen Zellen weggelassen.

Fig. 3. Von der Oberfläche einer Tasche von Prunus spinosa. Hymeniumanlage des Exoascus als einfache Schicht rundlich cylindrischer, dichtgedrängter Zellen entwickelt, die Umrisse der Epidermiszellen verdeckend, diese daher nicht mitgezeichnet. In der Mitte die vom Pilz freigelassene Spaltöffnung.

Fig. 4 u. 5. Querschnitte durch die Oberfläche junger Taschen von Pr. domestica mit Kalilösung behandelt. Zwischen den durchsichtig gewordenen und nicht mit abgebildeten Epidermis- und Parenchymzellen die Myceliumfäden des Pilzes, nach aussen tretend und zwischen Epidermis und Cuticula die Hymeniumanlage bildend. Fig. 4 dem Entwickelungszustand von Fig. 1, Fig. 5 dem von Fig. 2 entsprechend. *c* Cuticula, *h* Hymeniumanlage, *e* Aussenwand der Epidermiszellen.

Fig. 6. Von der Oberfläche einer Tasche von Pr. Padus. Querschnitt. *e*, *e*, Epidermiszellen, *c* Cuticula *m* durchschnittene unter der Epidermis verlaufende Myceliumfäden. Zellen der Hymeniumanlage cylindrisch, theils noch unter der Cuticula, theils mit ihrem oberen Ende über diese hinausragend, *a* im Begriff die Cuticula zu durchbrechen.

Fig. 7. Von einer Tasche von Pr. spinosa. *c*, *e*, *m* wie in Fig. 6. Hymenium zeigt Asci verschiedenster Entwickelungsgrade.

Fig. 8. Einzelne Asci auf ihren (theilweise gezeichneten) Stielzellen. Entwickelungsfolge den Buchstaben *a — dfg* entsprechend. Nach einem ganz frischen Präparat von der Oberfläche einer Zwetschentasche.

Fig. 9. *a* eine Gruppe von 8 Sporen, *b* einzelne Sporen unmittelbar nach der Entleerung (von Prunus domestica).

Fig. 10. *a* Gruppe von 8 Sporen, unmittelbar nach der (direct beobachteten) Ejaculation in reinem Wasser liegend, 10 Uhr Vormittags. *b* um 10 Uhr 50 Min.; Sprossung an den Sporen beginnend. *c* um 11 Uhr 10 Min. *d* um 12 Uhr; die Gruppe hat sich etwas gedreht und in Folge der Sprossungen ihre Anordnung etwas verändert. Um 3 Uhr waren an derselben Gruppe die Sprosse erster Generation schon vermehrt und an vielen derselben Sprosse zweiter Generation, die ganze Gruppe deutlich zu zeichnen war unmöglich. *f* ist die mit *p* bezeichnete Spore von *d*, um 3 Uhr gezeichnet.

Fig. 11. Einzelne Spore in reinem Wasser liegend, gleichzeitig mit 10 beobachtet und gezeichnet. *a* um 10 Uhr, *b* 11 Uhr 50 Min., *c* 11 Uhr 10 Min., *d* 3 Uhr. (Die Sporen von Fig. 11 und 12 stammten von einer Prunus Padus-Tasche her.)

Fig. 12. Exoascus-Sporen mit Sprossungen, drei Stunden nach Aussaat der frischen (von Prunus domestica stammenden) Sporen in eine etwa 10 procentige, mit Bierhefeauszug (nach Pasteur) versetzte Zuckerlösung. Die Aussaat wurde am 14. Mai 12 Uhr Mittags gemacht, die Figuren Nachmittags 3 Uhr gezeichnet. Das Präparat lag unter Deckglas.

Fig. 13. Von demselben Präparat wie Fig. 10, am 15. Mai, 10 Uhr Vormittags. Die Figuren stellen die Umrisse von einigen der **kleineren**, übersichtlicheren Sprossgruppen dar. Fast aus allen Sporen haben sich solche Gruppen entwickelt.

Fig. 14. Hymeniumanfänge des Exoascus von der Oberfläche des Kerns eines in einer Tasche von Prunus Padus enthaltenen Ovulums. Auf den blasig angeschwollenen Gliederzellen der Fäden sind bei *a* einige junge, aber wie es scheint nicht zur völligen Ausbildung kommende Asci angelegt.

Tafel IV.

Figur 1—18 Phallus caninus.

Figur 1—13 natürliche Grösse, oder wenig darüber. Figur 14 u. 16 390mal, Figur 15 etwa 12mal, Figur 17 u. 18 ungefähr 10mal vergrössert.

Fig. 1 und 1 *a*. Myceliumzweige, Fruchtkörper verschiedener Entwickelung tragend.

Fig. 2—12. Fruchtkörper verschiedenen Alters, Entwickelungsfolge den Nummern entsprechend.

Fig. 2. Ganz junger Fruchtkörper, halbirt, die beiden Hälften noch aneinander hängend und von der Schnittfläche aus gesehen.

Fig. 3. Etwas älterer; radialer Längsschnitt.

Fig. 4. *a* von aussen gesehen, nat. Gr. *b* radialer Längsschnitt desselben Exemplars, ein wenig vergrössert

Fig. 5. *a* und *b* wie vorige Figur.

Fig. 6—11. Radiale Längsschnitte, natürliche Grösse.

In Fig. 10 sind die einzelnen Theile durch Buchstaben bezeichnet, nämlich: *a* Aussenwand, *g* Gallertschicht, *i* Innenwand der Peridie. *b* Basalstück, *k* Kegel, *s* Stiel, *sp* Stielspitze, *gb* Gleba.

Fig. 12. Reifes Exemplar, mit beinahe vollständig gestrecktem Stiel, von aussen gesehen. Die Figur, wenn auch nur eine mittelmässige Skizze, mag wenigstens ein etwas naturwahreres Bild des Pilzes geben als die in allen Büchern wiederkehrenden Copien von Schäffer's (Fung. Bavar.) Taf. 330.

Fig. 13. Aehnliches Exemplar wie Fig. 12, halbirt. Die Kammern des untersten Theiles vom Stiel noch nicht aufgerichtet.

Fig. 14. Hyphen, mit oxalsaurem Kalk incrustirt, und kugelige blasige Zellen, welche eine krystallinische Kugel dieses Salzes enthalten, tragend; von der Oberfläche eines stärkeren Myceliumstranges.

Fig. 15. Stück eines dünnen Querschnitts durch die Mitte der Gleba eines Fruchtkörpers auf der in Figur 7 dargestellten Entwickelungsstufe, bei durchfallendem Lichte gesehen. *s* Stiel, *k* Kegel, *i* innere Peridienwand. Die weissen (durchscheinenden) geschlängelten Streifen sind die Tramaplatten, die dunkeln die lufterfüllten Lücken zwischen ihnen.

Fig. 16. Basidien mit Sporen, aus dem in Fig. 8 dargestellten Exemplar. *a* mit 5 noch unausgebildeten Sporen, Basidie noch turgid. Die anderen schon sporentragenden Basidien zeigen schon collabirte, sehr blass contourirte Wände; *b* trägt 4, *c* und *d* 8, *f* 7 Sporen.

Fig. 17. Dunner Längsschnitt durch die Stielwand eines in dem Fig. 11 dargestellten Entwickelungszustand befindlichen Exemplars.

Fig. 18. Ein ebensolcher Schnitt durch die Wand der Stielbasis von Fig. 13. Die oberen Kammern schon aufgerichtet und aufgeblasen, die unteren noch zusammengefaltet. In * beginnt die Aufrichtung.

Figur 19, 20, 21. Phallus impudicus.

Halbirter Fruchtkörper, von der Schnittfläche gesehen. Natürliche Grösse. Fig. 19 und 20 nach Exemplaren welche in Alkohol aufbewahrt waren, Fig. 21 nach einem frischen Exemplar gezeichnet.

Die Erklärung dieser Figuren findet sich Seite 207 des Textes.

Tafel V.

Die Figuren auf Tafel V und VI gehören zu Syzygites megalocarpus, sind daher mit fortlaufenden Nummern bezeichnet.

Fig. 1. Gipfel eines reifen Sporenträgers (Sporodinia), dessen Sporen fast alle schon abgefallen sind, schwach vergrössert.

Fig. 2. (Vergr. 195). Drei Endästchen eines jungen Sporenträgers in sehr diluirter Zuckerlösung liegend, Sporangien mit halbreifen Sporen tragend.

Fig. 3. Umrisse reifer keimfähiger Sporen, alle 195fach vergrössert.

Fig. 4. Keimende Sporen, 24 Stunden nach Aussaat in einen Wassertropfen. Vergr. ungefähr 180fach.

Fig. 5. Zwei gekeimte Sporen, *a* etwa 200mal, *b* etwa 90mal vergrössert, 12 Tage nach Aussaat auf einen Hut von Lactarius quietus? *a* hat nach beiden Seiten Schläuche getrieben, der eine zeigt einen Zweig, welcher in die Hutsubstanz eingedrungen war und beim Lospräpariren abgerissen ist; der andere ist am Ende angeschwollen zur Anlage eines Fruchtträgers. Der Keimschlauch von *b* theilt sich unmittelbar neben seiner Austrittsstelle aus der Sporenhaut in drei Aeste: zwei derselben, deren einer abgerissen ist, waren in den Hut eingedrungen. Der dritte erhob sich senkrecht und hat die Stärke und Gestalt eines jungen Fruchtträgers.

Fig. 6. Junger Zygosporenträger mit drei Fruchtkeulenpaaren, an seinem Grunde mit einem kurzen Stuck Mycelium, schwach vergrössert. Die einzelnen Fruchtkeulen noch unerwachsen und ungetheilt. Das Präparat wurde nur soweit gezeichnet, als es ganz deutlich war; der eine Hauptast ist daher fast ganz und von vielen Gabelzweigen sind die Enden weggelassen.

Fig. 7. (Vergr. 195). Fruchtkeulenpaar mit sehr verdünnter Salzsäure behandelt. Die Querwände in und die noch undurchbrochene Scheidewand zwischen beiden Keulen deutlich.

Fig. 8. (Vergr. 195.) Fruchtkeule nach Behandlung mit verdunnter Salzsäure aus ihrer Verbindung mit einer anderen Keule losgelöst. Aus der in der Mitte offenen Scheidewand tritt das Protoplasma hervor.

Fig. 9. (Vergr. 195.) Junge Zygospore von ihren Suspensoren getragen.

Fig. 10. (Vergr. 390.) Stück der Membran derselben Zygospore, freigelegt, schon die Schichtung der reifen Zygospore zeigend.

Fig. 11. Enddichotomien eines völlig reifen Fruchtträgers mit einem Paar kleiner Azygosporen. Vergr. etwa 95fach.

Die Figuren 1, 4, 5, 6 und 11 sind der Raumersparniss wegen nach doppelt so grossen Zeichnungen verkleinert.

Tafel VI.

Fig. 12. (Vergr. 195.) Kleine, cylindrische reife Zygospore.

Fig. 13. (Vergr. 195.) Reife Zygospore; Episporium künstlich gesprengt, Endosporium aus dem Riss hervortretend. An der nach oben gekehrten Endfläche des Episporiums hängen Stücke der Membran des abgerissenen Suspensors.

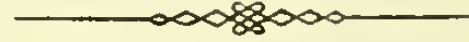
Fig. 14. (Vergr. 195.) Dasselbe Endosporium wie in Fig. 13 freigelegt; Seitenansicht; Endflächen glatt, Seitenfläche warzig.

Fig. 15—18. Zygosporen, in Wasser gekeimt. Vergr. 195, nur in Fig. 17 schwächer, etwa 100fach.

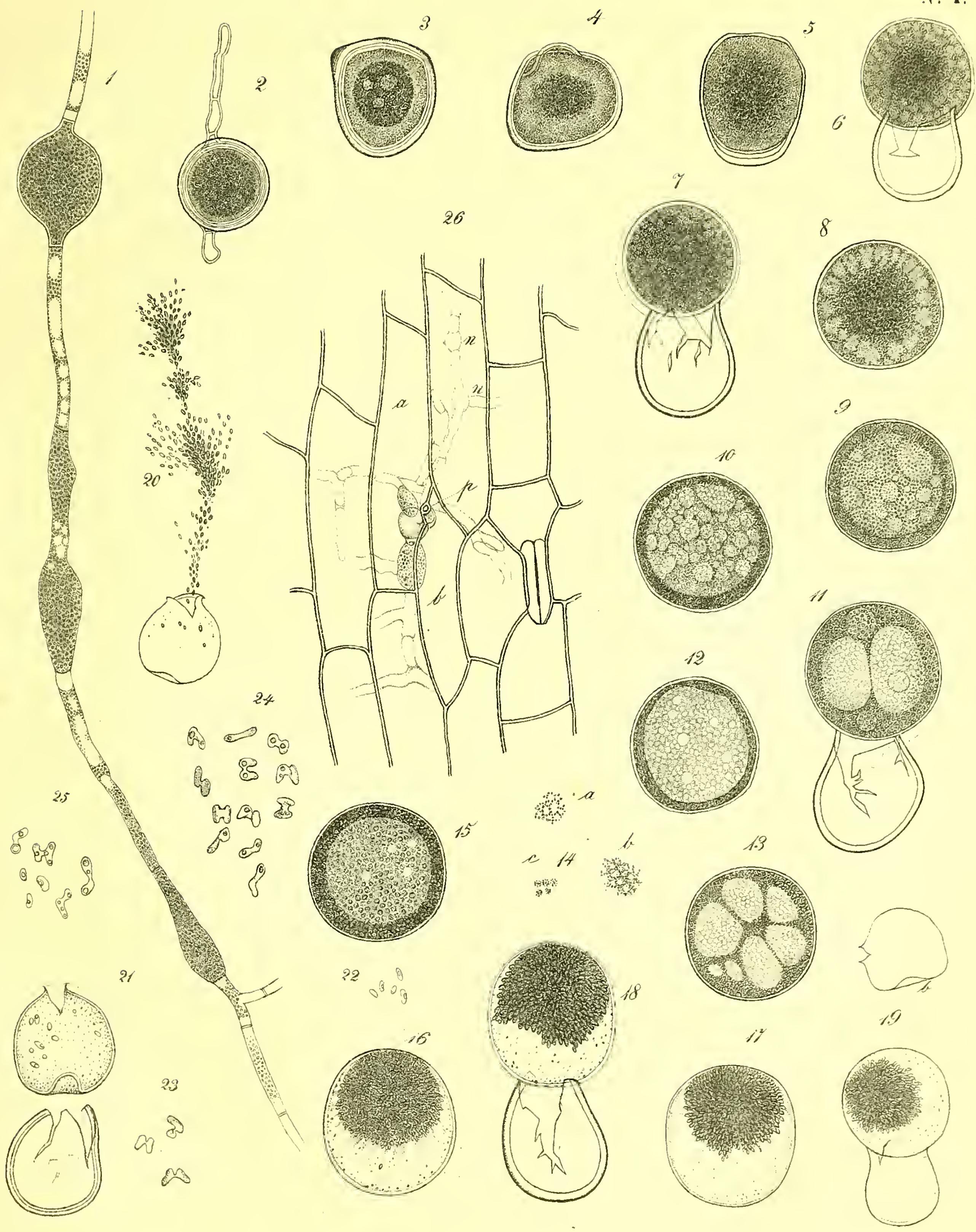
Fig. 15—17 stellen verschiedene Entwickelungsstufen desselben Exemplars dar: Fig. 15. am 25. November 12 Uhr Mittags gezeichnet; Fig. 16 an demselben Tag 5 Uhr Nachmittags, Fig. 17 am 26. November 9 Uhr Morgens.

Fig. 18. Anderes Exemplar in Glycerin liegend.

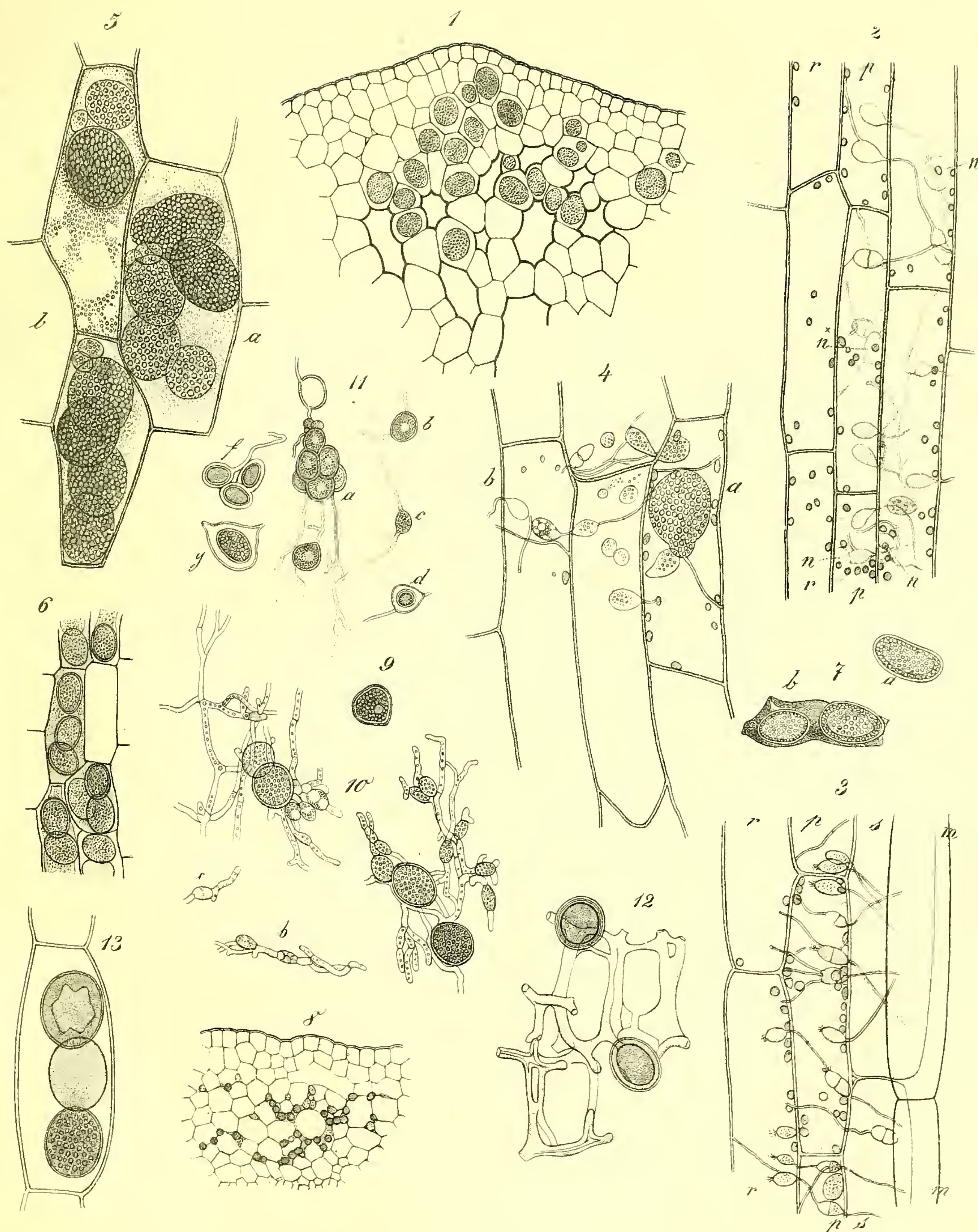
Fig. 19. (Vergr. gegen 100fach.) Keimende Azygospore.



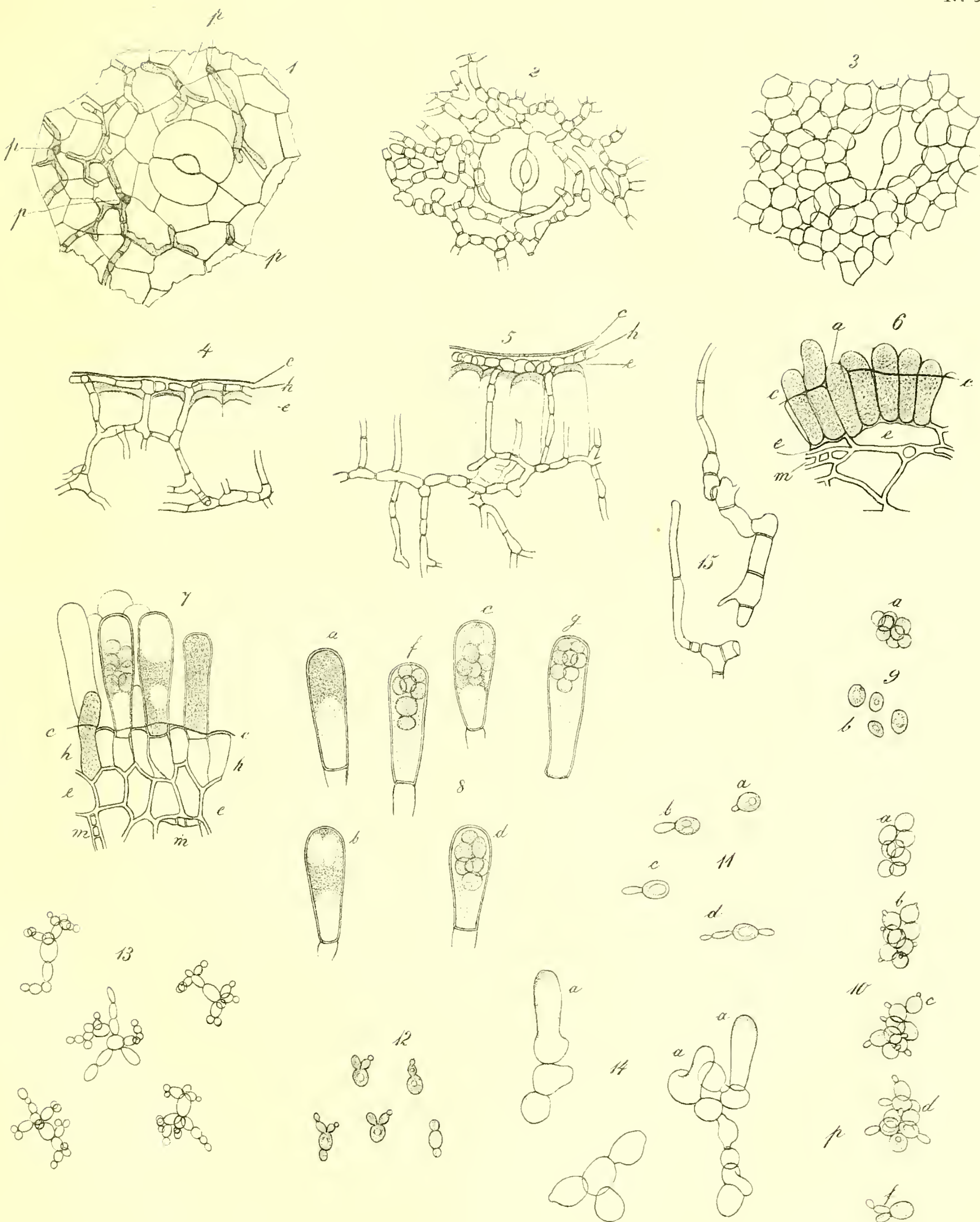
N⁰ I.



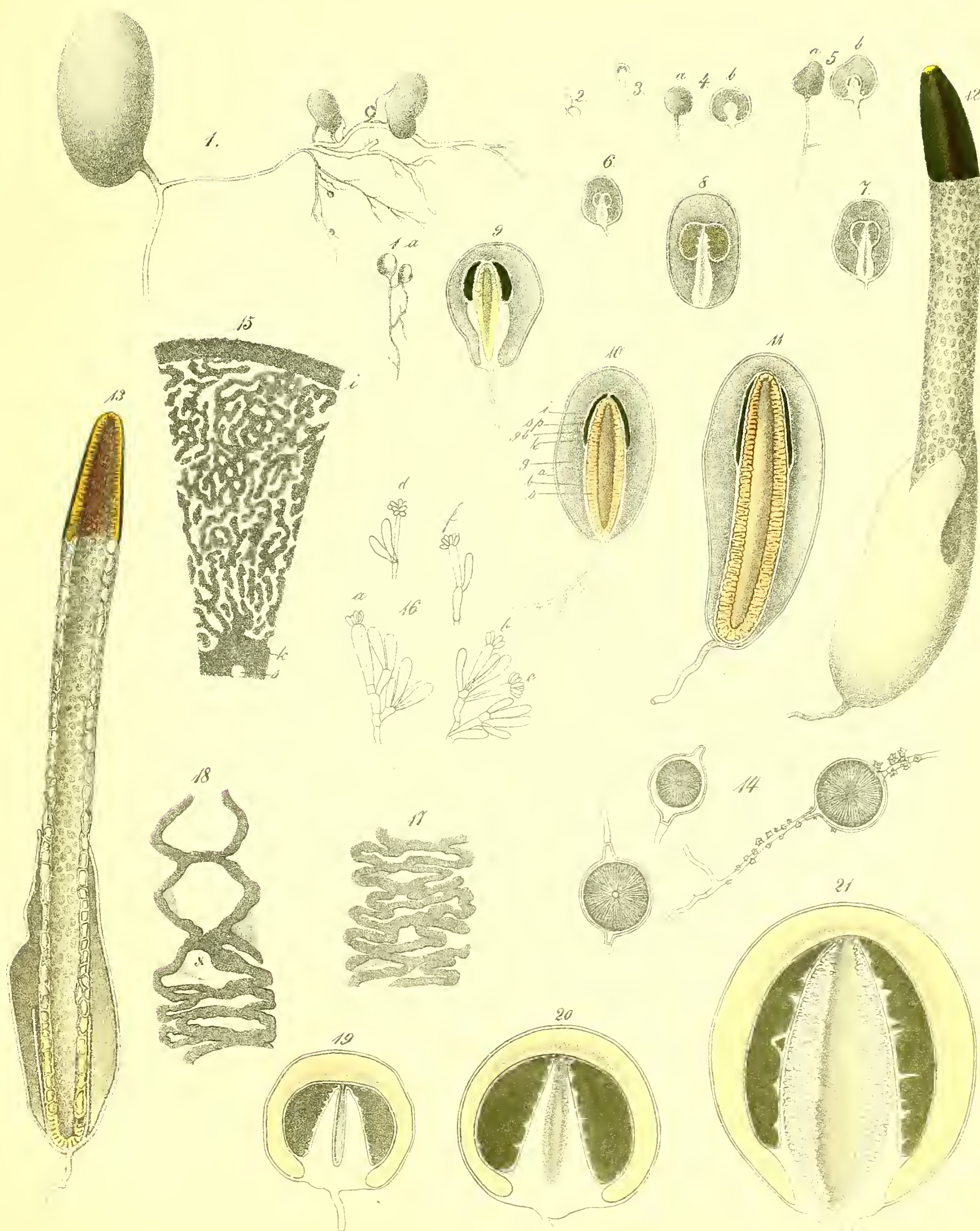
N°. 2.

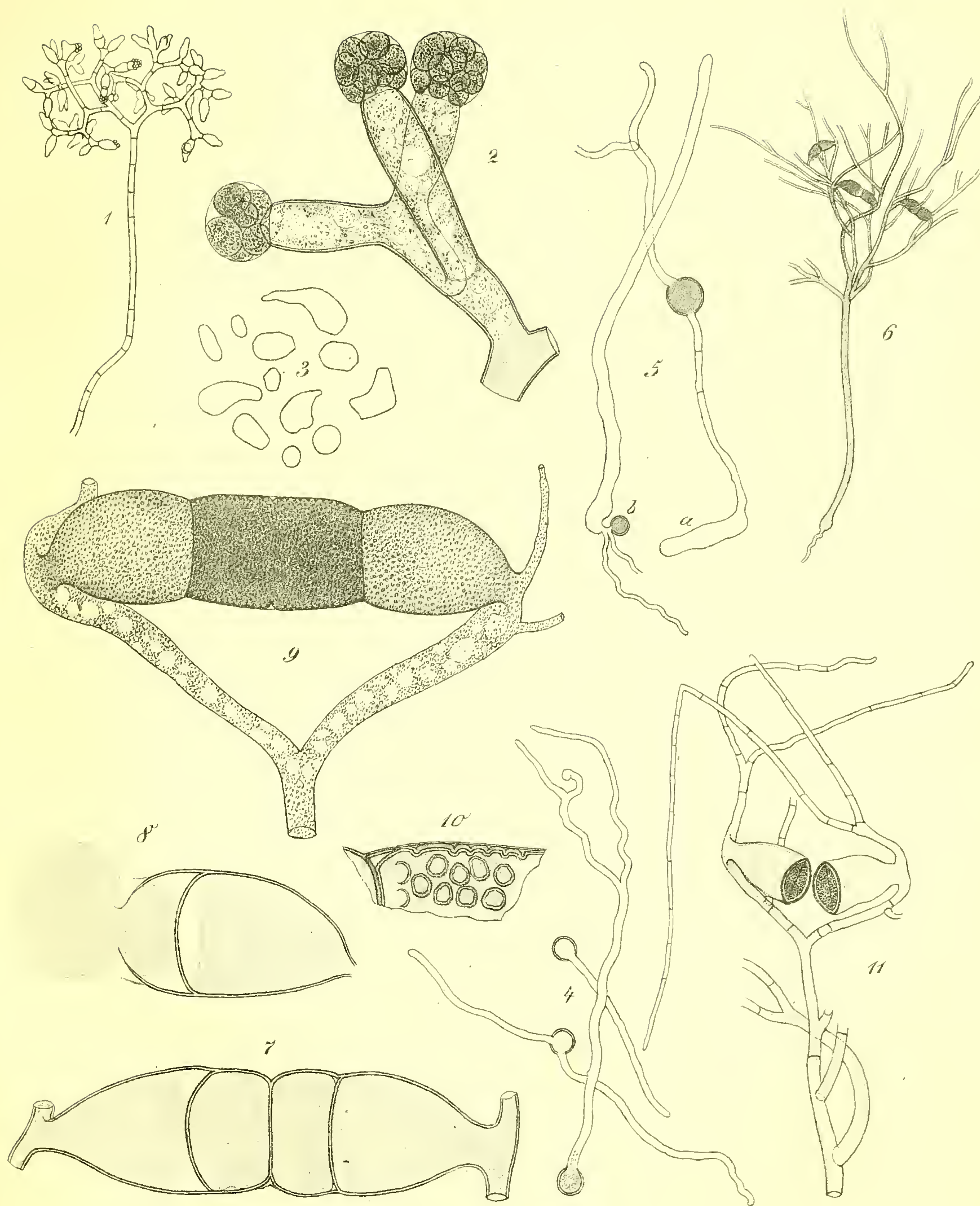


N° 3.

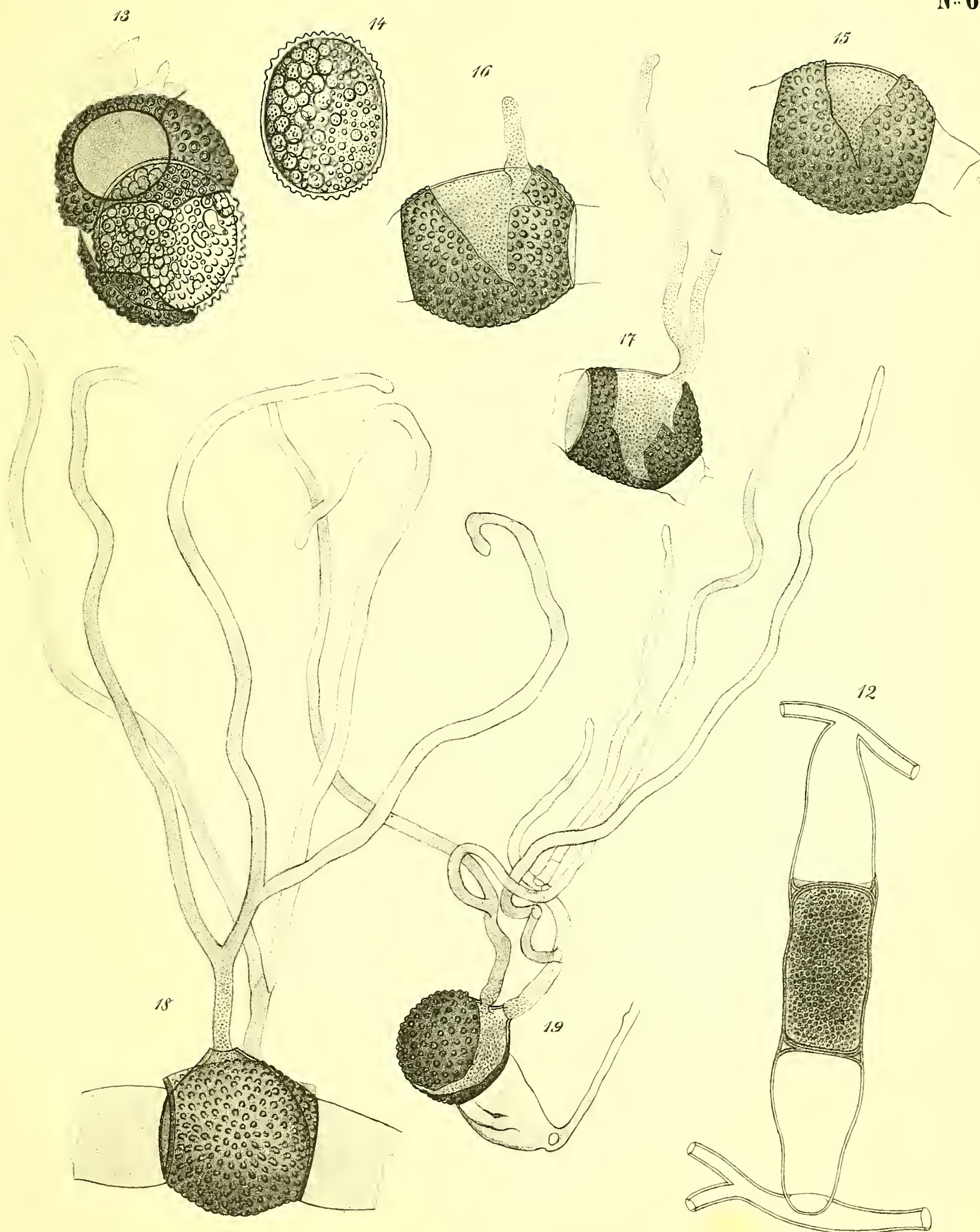


Nº 4.




1
2
3
5
a
b
6
9
8
10
4
11
7

Nº 6.



Beiträge
zur
Morphologie und Physiologie der Pilze

von

A. de Bary und **M. Woronin.**

Zweite Reihe:

Entwicklungsgeschichte der Ascobolus pulcherrimus Cr. Mucor Mucedo. Mucor stolonifer. Zur Kenntniss der Peronosporeen.

Mit 8 Tafeln.

(Abgedruckt a. d. Abhandl. d. Senckenb. naturf. Gesellsch. V. Bd.)

Frankfurt a. M.

Verlag von Christian Winter

1866.

Vorwort.

Die Fortsetzung der Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze erschein hier in sofern in etwas abgeänderter Form, als Herr M. Woronin als Mitarbeiter bei denselben auftritt. Ich bin überzeugt, dass der Leser ihm hierfür dankbar sein wird.

Von den einzelnen Aufsätzen ist der über Ascobolus von Woronin in St. Petersburg gearbeitet worden. Die Untersuchungen über Mucor Mucedo wurden schon vor mehreren Jahren von uns gemeinschaftlich hier in Freiburg gemacht, die Arbeit über Mucor stolonifer rührt grösstentheils, die kleinen Mittheilungen über Peronosporeen ganz von mir her. Dass bei der Darstellung der Mucor-Untersuchungen die Arbeit Hoffmanns (Icon. Analyt. Fung. IV) nicht berücksichtigt ist, hat seinen Grund darin, dass mir dieselbe erst bekannt wurde, nachdem das Manuscript nicht mehr in meinen Händen war.

Die in dem ersten Hefte angekündigten Mittheilungen über Peziza bedaure ich gegenwärtig nicht geben zu können, weil es mir an Musse für die Redaction der allerdings längst abgeschlossenen Arbeit fehlt. Sie sollen in einem späteren, dritten Hefte folgen.

Freiburg i. B. im August 1865.

A. de Bary.

Zur Entwicklungsgeschichte des Ascobolus pulcherrimus Cr. und einiger Pezizen

von

M. Woronin.

Taf I bis IV.

Vor zwei Jahren hat Professor A. de Bary besondere Organe (eigenthümliche Zellpaargruppen) bei Peziza confluens Pers. gefunden,[1]) welche beständig als erste Entwicklungsstadien dieses Pilzes auftreten. Eine ähnliche Erscheinung ist mir in diesem Frühjahre gelungen bei Ascobolus pulcherrimus aufzufinden.[2]) Ich fand diesen Pilz auf Pferdemist; es gelang mir, ihn auf Objectplatten mehrere Wochen lang zu cultiviren und dabei die ganze Entwicklungsgeschichte desselben Schritt für Schritt zu verfolgen. — Ueber die Gattung Ascobolus besitzen wir blos zwei kurze Notizen von den Gebrüdern Crouan[3]) und eine etwas ausführlichere Abhandlung von E. Coemans.[4])

Das Mycelium unseres Pilzes bildet einen gelblich-weissen Filz und besteht aus starken, unregelmässig-verzweigten, mit Querwänden versehenen Fäden. Die Dicke der einzelnen Hyphen ist gewöhnlich 0,0059—0,0118 Millimeter.

Der plasmatische, feinkörnige und vacuolenhaltige Inhalt dieser Fäden ist stellenweise völlig farblos, meistens aber erscheint er hellgelb oder manchmal selbst sehr intensiv orangegelb gefärbt. In jeder Zelle der septirten Fäden dieses Myceliums

---

1) De Bary. Ueber die Entwickelung der Ascomyceten. 1863. Leipzig.

2) Den von mir untersuchten, Pferdemist bewohnenden Ascobolus beschreibe ich hier einstweilen unter dem Namen Ascobolus pulcherrimus Cr., obgleich er durch seine weiter zu beschreibenden Merkmale mir eine intermediäre Form zwischen Ascobolus pulcherrimus Cr. und Asc. insignis Cr. zu sein scheint. Die Form des Ascobolus pulcherrimus in Rabenh. Herb. Fung. Europ. cent. IV, No. 385 scheint mit der von mir untersuchten völlig identisch zu sein.

3) Ann. des Sc. natur. Serie IV, tom. 7: „Note sur quelques Ascobolus nouveaux etc." p. 173—177. Tom. 10: „Note sur neuf Ascobolus nouveaux" p. 193—197.

4) Bulletins de la société royale de Botanique de Belgique. Première année. tom. I. p. 76—91. Spicilège mycologique I. „Notice sur les Ascobolus de la flore belge."

(I, Fig. 3, 4. IV, Fig. 8—13), den Querwänden beinahe unmittelbar anliegend, finden sich kleine Körnchen, deren Umrisse immer viel schärfer und dunkler erscheinen als bei den übrigen Plasmakörnchen; und dabei liegen in den meisten Fällen auf der einen Seite der Querwand zwei oder drei solcher Körnchen, während auf der anderen Seite sich blos eines derselben findet; viel seltener dagegen liegen diese Körnchen auf jeder Seite der Querwand in gleicher Zahl oder fehlen ganz. — Die nebeneinander verlaufenden Hyphen dieses Ascobolus-Myceliums (Tab. II. Fig. 9, 10) haben häufig, wie bei vielen anderen Pilzen, das eigenthümliche Vermögen, untereinander direct oder mittelst kurzer, an einander stossender Nebenzweige völlig zu verwachsen. Das auffallendste ist hierbei, dass die Zellmembran an den Berührungsstellen sehr bald verschwindet (sich wahrscheinlich auflöst), so dass die Inhalte zweier auf solche Art in Verbindung tretender Pilzfadenzellen mit einander in unmittelbarer Communication stehen, und die allen den lebendigen Zellen dieses Myceliums zukommende, der Wand entlang verlaufende Plasmaströmung hier nun aus einer Zelle in die andere übergeht.

Auf dem so beschaffenen Mycelium erscheinen nun die orangegelb- bis dunkelziegelroth gefärbten, im erwachsenen Zustande 1—2 Millim. grossen, paukenförmigen Becherchen des Pilzes (Taf. II. Fig. 6, Taf. III. Fig. 1); ihr Rand ist vorragend und äusserlich mit mehreren Reihen steifer, zugespitzter, hellbrauner Borsten versehen. — Durch das Herauspräpariren und das Durchmustern des Myceliums lassen sich sehr leicht die jüngsten Anlagen der Becherchen auffinden. Der erste Entwicklungszustand eines solchen Becherchens erscheint in Form eines meistens krummgebogenen, seltener aufrechtstehenden, seitlichen Myceliumzweiges (Taf. I, Fig. 1, 2); er hat immer eine mehr oder minder wurmförmige Gestalt, und besteht aus mehreren, meistens 5 bis 12 Zellen, welche von einander durch parallele Querwände getrennt sind. Jedes einzelne Glied (jede Zelle) eines solchen wurmförmigen Körpers ist an beiden Enden plattgedrückt, an den Seiten dagegen etwas angeschwollen und abgerundet; der Inhalt derselben ist von dem der übrigen Myceliumfadenzellen nicht wesentlich verschieden; — charakteristisch ist aber für ihn das Dasein einer oder 2 bis 3 grösserer Vacuolen. Diese Körper sitzen auf dem Mycelium entweder unmittelbar (Taf. I, Fig. 1, 3) oder mittelst eines besonderen 2—3zelligen Trägers (Taf. I, Fig. 2, 4).

Die daneben verlaufenden Hyphen desselben Myceliums sowohl wie der Faden, auf welchem eine solche wurmförmige Zellengruppe aufsitzt, treiben nun kurze, farblose, hakenförmige Zweiglein (Taf. I. Fig. 3), deren jedes sich bald nach seiner Entstehung durch eine Querwand in zwei Zellchen ungleicher Grösse theilt; — die un-

tere, die Tragzelle, ist meistens etwas kleiner als die obere. Die meisten, wenn nicht alle diese hakenförmigen Seitenzweiglein legen sich mit der concaven Seite ihrer oberen Zelle an die Zellen des wurmförmigen Körpers, und dabei findet zwischen denselben eine so innige Verwachsung statt, dass sie sich in den meisten Fällen nicht von einander losreissen lassen. Bald nachher wird der wurmförmige Zellkörper sammt den an denselben sich anlegenden hakenförmigen Seitenzweiglein vollkommen von einem Fadengeflecht umwachsen (Taf. I, Fig. 4), welches aus zahlreichen kurz- und vielgliedrigen Verzweigungsfäden derselben Myceliumshyphen gebildet wird. In den Fällen, wo der betreffende Zellkörper mit einem Träger versehen ist, wachsen aus den einzelnen Gliedern des letzteren Hyphen hervor, welche gleichfalls sich verzweigen und mit den übrigen Fäden des immer grösser und dichter werdenden Knäuels sich verflechten (Taf. I, Fig. 4). Die kugligen Zellen des wurmförmigen Körpers treiben dagegen, so viel ich es sehen konnte, niemals dergleichen Fäden aus. Anfangs lässt sich der Verlauf der einzelnen Pilzfäden eines solchen Knäuels ziemlich genau verfolgen, später wird dies aber völlig unmöglich, denn die Zellen der meistens kurzgliedrigen Fäden des Geflechtes werden nun rundlich aufgeblasen oder nehmen durch gegenseitigen Druck eine polyedrische Form an. Die Zellen, welche an die Peripherie dieses filzigen Geflechtes zu liegen kommen (Taf. II, Fig. 4), sind zum grossen Theil von rundlich-blasiger Form; viele derselben aber, besonders diejenigen, welche an der unteren, dem Substrate zunächst zugekehrten Seite liegen, treiben Fäden, die sich allmählich verlängern, verzweigen, und somit eine Art secundäres Mycelium bilden, welches mit den Fäden des primären sich verflicht. Die anfangs schmutzig blassgelbe Farbe dieser aus einem verfilzten Fadengeflechte bestehender Klumpen geht in eine dunkle, orangegelbe Färbung über.

Ein jedes solche filzige Fadenknäuel entwickelt sich nun zu einem Ascobolus-Fruchtträger (Becher, Perithecium). So lange die Zellen des wurmförmigen Körpers noch nicht vollständig von dem Fadengeflechte umwachsen sind (Taf. I, Fig. 4), lassen sie sich ohne alle Schwierigkeiten genau beobachten; von Veränderungen in denselben ist kaum etwas zu bemerken, im Umfange sind sie nur ganz unbedeutend grösser geworden; die centralen Vacuolen der einzelnen Zellen sind auch manchmal noch da, obgleich deren Umrisse nicht mehr so deutlich erscheinen wie früher. Sobald aber das Fadengeflecht dichter und umfangreicher geworden ist, erscheint das Ganze in Form eines so dicht filzigen und völlig undurchsichtigen Klumpens, dass man die von demselben jetzt vollständig umwachsenen Zellen des anfangs wurmförmig erscheinen-

den Körpers nicht anders untersuchen kann, als unter leichtem Druck auf das Deckglas und gleichzeitiger einige Zeit lang andauernder Einwirkung einer nicht zu starken Aetzkalilösung oder stark diluirten Glycerins. Durch ein solches Behandeln dazu geeigneter Präparate (Taf. I, Fig. 5) ersieht man, dass mehrere, in den meisten Fällen aber nur die 3—5 einander berührenden Endzellen des wurmförmigen Körpers ungemein gross geworden sind.[1]) Mehrmals sah ich, dass sie mit einem körnigen, etwas fett- oder gallertartig aussehenden Plasmainhalte dicht erfüllt waren, in einzelnen dieser Zellen schien ein nucleus-artiges Gebilde vorhanden zu sein. Der Inhalt mancher derselben zeigte sich ausserdem in Form eines zierlichen, netzartigen Maschenwerks (Taf. I, Fig. 5). In etwas späteren, durch Glycerin gleichfalls durchsichtig gemachten Entwicklungsstadien, in welchen schon die Anfänge des Hymeniums vorhanden sind (Taf. II, Fig. 5), findet man in dem unteren Theile des Fruchtträgers noch sehr deutlich den wurmförmigen Zellkörper, von dem einzelne, meistens 1—3 Glieder an die untere Fläche des Hymeniums sich unmittelbar anlegen. Wie aber diese grossen, blasigen Zellen zu den Elementen des Hymeniums eigentlich sich verhalten, konnte ich nicht entscheiden. — Entstehen die senkrecht und gleich hoch sich erhebenden dicht gedrängten Fäden des jugendlichen Hymeniums mit dessen zartem zelligem Boden aus diesen Zellen, und hat man dann die letzteren, auf die Analogie mit Erysiphe[2]) sich stützend, als die Eizellen und die an dieselben sich fest anschmiegenden hakenförmig gekrümmten seitlichen Zweiglein als die männlichen Zellen, als die Antheridien zu betrachten; — oder, entspricht vielleicht das um die Eizellen-Colonie (um den wurmförmigen Zellkörper) sich bildende Fadengeflecht der Hülle der Coleochaeten- oder Charafrüchte, und sind dann die hakenförmigen Zweiglein blos als die ersten Anlagen dieser Hülle zu betrachten, die männlichen Organe dagegen irgendwo anders aufzusuchen; oder ist endlich (was mir aber höchst unwahrscheinlich vorkommt) die Entwicklung der Ascobolus-Fruchtträger zu den geschlechts-

[1]) Diese jüngeren Entwicklungszustände der Ascobolus-Becherchen sind schon früher von E. Coemans beobachtet worden. Auf der Seite 79 seines Spicilége mycologique I. sagt er darüber folgendes: „Quant au développement des Ascobolus, il est simple. Les filaments myceliens, d'abord continus, commencent par se cloisonner; ensuite à certains endroits, là surtout où plusieurs filaments s'anastomosent, les cellules formées par les cloisons de ces filaments se multiplient en tous sens et forment de petites masses ou pelotes destinées à devenir les cupules. Le centre de ces pelotes reste en communication avec le mycelium du champignon et est occupé par quelques cellules plus grandes, regorgeant de sucs gélatineux: ces cellules représentent les premièrs rudiments de l'hymenium."

[2]) De Bary l. c. p. 3—10.

losen Fortpflanzungen zu rechnen, — alles das sind Fragen, die sich jetzt nicht beantworten lassen; es liessen sich leider darüber keine weiteren Versuche anstellen. In den völlig erwachsenen Fruchtträgern des betreffenden Pilzes ist mir nie gelungen etwaige Spuren der fraglichen Eizellen auffinden zu können. Ganz der nämliche Fall findet sich auch bei Peziza confluens Pers. Der erste Entwicklungszustand der Becherchen dieses Pilzes, den ich zu beobachten gleichfalls Gelegenheit hatte, zeigt sich, wie es ja aus den De Bary'schen Untersuchungen schon bekannt ist, beständig in Form einer Rosette, welche aus mehreren eigenthümlich construirten Zellpaaren besteht und die in den erwachsenen Zuständen gleichfalls nicht mehr aufzufinden sind. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die von de Bary beschriebenen Zellpaar-Gebilde der Peziza confluens den jüngsten Entwicklungszuständen der von mir untersuchten Ascobolus-Becherchen entsprechen; dieses gab mir den Gedanken, dass die Entwickelung der meisten, wenn nicht aller Becherpilzen in analoger Weise geschehen muss. Und in der That fand ich denn auch beinahe ganz dieselben Vorgänge bei zwei anderen Objecten auf, nämlich bei Peziza granulata Bull. und Peziza scutellata Linn.

Da eine Beschreibung der vollständigen Entwicklungsgeschichte dieser beiden Pezizen uns zu weit führen und sich ausserdem nur als eine Wiederholung der eben geschilderten herausstellen würde, so will ich mich ganz kurz fassen und blos dasjenige hier hervorheben, wodurch sich die ersten Stadien der beiden soeben genannten Pezizen von denen des Ascobolus pulcherrimus unterscheiden.

Wie es schon aus den beigelegten Zeichnungen (Taf. I, Fig. 6, 7. Taf. II, Fig. 1, 2, 3) zu sehen ist, sind die vielfach und unregelmässig verzweigten Myceliumfäden dieser beiden Pezizen denen des Ascobolus ungemein ähnlich: es finden sich auch hier in jeder Zelle, den Querwänden sehr nah anliegend, mehrere kleine, glänzende und scharf contourirte farblose Körnchen. Die ersten Entwicklungsstadien der Becherchen zeigen sich auch hier in beiden Fällen in Form meistens ziemlich stark gekrümmter, seitlicher Myceliumzweiglein, welche gleichfalls aus mehreren Gliedern bestehen; von diesen letzteren ist aber immer blos das eine Endglied als die functionirende, als die eigentliche Eizelle, zu betrachten, während alle anderen, unterhalb derselben sich befindenden Zellen dieses Zweigleins miteinander einen Träger der Eizelle bilden.

Dieser Träger besteht bei Peziza scutellata (Tafel II, Fig. 1, 2, 3) meistens nur aus 2 oder 3 Zellen, viel seltener sah ich ihn 4- oder 5gliederig; das Endglied

des ganzen Zweiges (die eigentliche Eizelle) erscheint in Form einer länglich-ovalen, nach einer Seite krummgebogenen Zelle; — der protoplasmatische Inhalt ist mit 1—3 ziemlich grossen Vacuolen und kleinen orangeroth gefärbten Körnchen versehen. — Bei Peziza granulata (Taf. I, Fig. 6, 7) zeichnet sich immer die Eizelle durch ihren grösseren Umfang und ihre kuglig-elliptische Form aus; ihr blass-orangegelb gefärbter Inhalt erscheint in der Mitte der Zelle in Form eines körnigen Klumpens, nach der Peripherie zu ist derselbe dagegen sehr reich an zartumschriebenen Vacuolen. Der Tragfaden besteht bei dieser Pezize gewöhnlich aus 3—6 Gliedern, von welchen das untere immer am meisten in die Länge gestreckt ist und lediglich als eine Ausstülpung der es tragenden Myceliumfadenzelle sich erweist; die übrigen (2—5) Zellen dieses Fadens, welche zwischen der Eizelle und dem unteren ausgestreckten Gliede zu liegen kommen, sind im Ganzen viel kürzer und haben alle ungefähr dieselbe Gestalt und Grösse. Das nächste unter der Eizelle liegende und oft sogar das zweitfolgende Glied des Tragfadens treiben nun kleine, dünne, farblose, cylindrische Schläuche, welche sich sogleich an die Basis der Eizelle fest anlegen (Taf. I, Fig. 7). Ob sich dieselben aber von ihrer Mutterzelle durch etwaige Querwände abtrennen, sich weiter verlängern und ob sie darnach über den Scheitel der muthmasslichen Eizelle oder dicht unter diesem quer um die Seitenwand verlaufen, wie es de Bary für die Peziza confluens beschreibt, und wie ich es selbst mehrmals bei Peziza scutellata gesehen habe (Taf. II, Fig. 1, 2), ist mir bei Peziza granulata allerdings nicht gelungen direct zu beobachten.

Die weitere Entwicklung der beiden von mir untersuchten Pezizen (Pez. granulata und Pez. scutellata) stimmt in den Hauptmerkmalen mit derjenigen des Ascobolus pulcherrimus völlig überein: sehr bald nach dem Anlegen der Antheridien(?) an die Eizellen(?) werden diese letzteren von einem dicht, verfilzten Hyphengeflecht völlig umsponnen, und dadurch wird leider ihr weiteres Schicksal unseren Augen völlig entzogen.

Jetzt kehre ich zur Darstellung der weiteren Entwicklungsstadien des Ascobolus pulcherrimus zurück. Nach dem ersten Anlegen des Hymeniums nimmt der jugendliche Fruchtträger sehr bald seine definitive Grösse, Form und Struktur an. Das Pilzfadengewebe, aus welchem der Körper eines völlig ausgebildeten Fruchtträgers (Taf. III, Fig. 1) besteht, hat eine grosse Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Zellparenchym; zwischen den aufgeblasenen oder durch gegenseitigen Druck theilweise polyedrisch gewordenen Elementen desselben lassen sich aber noch stellenweise ein-

zelne Hyphen verfolgen. Den oberflächlichen Zellen dieses quasi-parenchymatischen Gewebes kommt immer die Form völlig abgerundeter Blasen zu, besonders aber denjenigen, welche den hervorragenden und ziemlich dicken, polsterartigen, und über dem Hymenium sich etwas einbiegenden Rand des Fruchtträgers bilden. Die Zellen der unteren, dem Substrate zugekehrten Fläche des Fruchtträgers treiben Fäden, welche sich verlängernd und sich verzweigend ein secundäres Mycelium darstellen. Die Seiten des Fruchtträgers, besonders nach oben zu, sind mit ziemlich langen und steifen, zugespitzten Borsten versehen, welche gleichfalls aus den oberflächlichen Zellen ihren Ursprung nehmen (Taf. III, Fig. 1). Diese Borsten stehen um den Fruchtträger in mehreren unregelmässig verlaufenden Reihen,[6]) sind hellbrauner Farbe und derbwandig; dieselben sind ausserdem durch Querwände in mehrere Zellen getheilt und es finden sich dabei auch hier in jeder einzelnen Zelle der Borsten ein oder zwei kleine, aber sehr scharf contourirte Körnchen, welche den Querwänden sehr nahe anliegen. Dasjenige Gewebe, aus welchem der Boden des Hymeniums besteht, ist immer aus sehr kurz- und zartzelligen, dichtgedrängten Hyphen gebildet.

In den Fruchtträgern, welche erst ⅓ ihrer definitiven Grösse erreicht haben (Taf. II, Fig. 5), bildet das Hymenium ein Büschel, welches nur aus zarten, aufrechtstehenden, sehr feinen, cylindrischen Schläuchen besteht; diese letzteren sind die ersten Paraphysen. Erst nachdem der Fruchtträger seine definitive Grösse erreicht hat, wachsen aus dem Boden des Hymeniums, zwischen den Paraphysen, Asci hervor, deren Zahl sich sehr rasch vergrössert (Taf. III, Fig. 1).

Die Paraphysen (Taf. III, Fig. 2, 7. Taf. IV, Fig. 1, 2) sind einfache oder verzweigte schmal-cylindrische Fäden, mit mehreren Querwänden versehen und an der Spitze meistens verlängert-keulenförmig angeschwollen. Ausser dem Endgliede der Paraphysen ist auch in einzelnen Fällen das nächst untere Glied gleichfalls an seinem oberen Ende angeschwollen. Die Körnchen des schleimigen, vacuolenhaltigen Plasmainhaltes der Paraphysen sind orangegelb oder selbst ziegelroth gefärbt.

Was nun die Entwicklung der Asci und Sporen des Ascobolus pulcherrimus anbelangt, so geschieht dieselbe, wie es schon aus den beigelegten Abbildungen (Taf. III, Fig. 1—6) zu sehen ist, in ganz analoger Weise, wie es Herr

---

[1]) Die beiden mit braunen Borsten versehenen Ascobolus-Arten: Asc. pulcherrimus Cr. und Asc. insignis Cr. unterscheiden sich nach Crouan's Angaben, unter anderm dadurch, dass bei dem ersten die Borsten in mehreren, bei dem zweiten dagegen in zwei Reihen stehen.

Prof. A. de Bary für manche andere Ascomyceten beschrieben hat. Der in den mit doppelt-contourirter Membran versehenen Schläuchen noch vor der Sporenbildung leicht nachzuweisende primäre Zellkern erscheint immer in dem oberen Theile des Schlauches und besteht aus einem homogenen nucleus (oder nucleolus?), der in einem durchsichtigen, kugligen Raum suspendirt ist. Wie aber aus diesem primären Zellkerne acht Kerne für die 8 Sporen entstehen, ob es durch eine sich wiederholende Zwei- oder eine simultane Achttheilung geschieht, dieses konnte ich nicht entscheiden. Wenn die Sporen noch sehr jung sind, so ist in den Schläuchen das Epiplasma immer sehr leicht von dem Protoplasma zu unterscheiden, indem diese beiden Substanzen gegen Jod in der von de Bary angegebenen Weise sehr verschieden sich verhalten. (Vergl. de Bary: „Ueber die Fruchtentwicklung der Ascomyceten," und meine Zeichnungen, Taf. III, Fig. 4—8, nebst der dazu gehörenden Beschreibung.)

Diejenigen Asci, in welchen die Sporenbildung noch nicht beendet ist, sind immer etwas kürzer oder nur eben so lang als die Paraphysen (Taf. III, Fig. 1); sind aber einmal die Sporen reif, so schwellen die Schläuche beträchtlich an, indem sie sich stark in die Länge strecken, und ragen dann, wie es bei allen Ascoboli der Fall ist, mit ihren Spitzen über das Niveau des Hymeniums hervor (Taf. III, Fig. 2, 3). In diesen älteren Entwicklungsstadien liegen die acht Sporen in dem oberen Theile des Ascus in einer unregelmässigen Längsreihe. Der übrige Raum des während der ganzen Zeit mit einem wandständigen Primordialschlauche versehenen Ascus ist nun mit einer völlig farblosen, durchsichtigen, wässerigen Flüssigkeit erfüllt. Zum Zwecke der Sporenentleerung brechen die Asci mittelst eines meistens sehr kleinen Deckelchens (Taf. III, Fig. 2. Taf. IV, Fig. 3, 4) auf; die Sporen werden auf eine Höhe von ungefähr 6 — 8 oder selbst 10 Centim. herausgeschleudert. Nach der Entleerung schrumpfen die Schläuche zusammen und darnach erscheinen sie wiederum kürzer als die sie umgebenden Paraphysen (Taf. III, Fig. 2). Coemans Angaben nach sollen die Schläuche bei Ascobolus, noch lange vor der Entleerung, sich von dem Hypothecium (dem Boden des Hymeniums) lösen (l. c. p. 84); dieses scheint mir aber eine nicht völlig normale und constante Erscheinung zu sein, denn obgleich es mir auch mehrmals vorgekommen ist, dergleichen freiliegende sporenenthaltende asci in dem Hymenium aufzufinden, fand ich daneben noch öfter leere Schlauchmembranen, welche fest dem Hypothecium aufsassen (Taf. III, Fig. 2).

Die völlig entwickelten Sporen des Ascobolus pulcherrimms sind elliptisch-

eiförmig, meistens 0,0080—0,0096 Millim. breit, bei einer Länge von 0,0144—0,0160 Millim.; anfangs sind sie immer farblos; bei ihrer vollen Reife bekommen dieselben sehr oft eine sehr blasse bläulich-grüne Färbung. Die Sporenmembran ist glatt und sehr dünn; sie erscheint erst bei einer 600—620fachen Vergrösserung deutlich doppelt-contourirt. Der Inhalt ist ziemlich stark lichtbrechend und erscheint dabei von gelatinös-ölartiger Consistenz; ausser einigen sehr feinen Körnchen und kleinen undeutlichen Vacuolen, die manchmal hier auftreten, findet sich noch in jeder Spore immer ein grösserer, centraler, heller kuglicher Raum, — Vacuole oder Zellkern bleibt noch zu entscheiden. — Durch Jod werden die Sporen zu allen Zeiten, gleich dem Protoplasma, gelb gefärbt; die Paraphysen, besonders ihre gefärbten aufgetriebenen Spitzen und die gleichfalls orangegelb oder selbst ziegelroth gefärbten Elemente des Hypotheciums nehmen dagegen durch Jod die für die gelben pflanzlichen Farbstoffe charakteristische grüne Färbung an.

Die Sporen dieses Pilzes zum Keimen zu bringen, ist mir leider nicht ein einziges Mal gelungen, wenngleich von E. Coemans [1]) angegeben wird, dass alle Ascobolus-Sporen gewöhnlich sehr leicht in Wasser auf Objectträgeru keimen, und dass ihre Keimfäden eine bemerkenswerthe Neigung zu einer Torula- oder Penicillium-ähnlichen Conidienbildung zeigen.

Am Schlusse dieses Beitrages muss ich noch eine zweite Fructificationsform des Ascobolus pulcherrimus erwähnen, welche, meines Wissens, bis jetzt noch völlig unberücksichtigt geblieben ist.

Die Fäden desselben Myceliums, auf welchem die oben geschilderten Fruchtbecherchen des Ascobolus entstehen, tragen in sehr reichlicher Menge eine besondere Form von Sporen, welche zu den Chlamydosporen zu rechnen sind.

Dieselben entstehen auf seitlichen, kurzen, meistens nur zwei- oder dreizelligen, seltener längeren, vier- bis fünfgliedrigen Zweiglein (Tafel IV, Fig. 6—13; Taf. II, Fig. 4, 5). Von den gewöhnlichen Verzweigungen des Myceliums unterscheiden sich diese schon von Anfang an dadurch, dass sie an ihren Spitzen sich hakenförmig krümmen; — ganz aufrecht kommen sie dagegen nur sehr selten vor. — Die in den meisten Fällen etwas in die Länge gezogene Endzelle eines jeden solchen Seitenzweigleins, welche sich nicht nur nach unten, sondern auch manchmal derart seitwärts krümmt, dass sie dadurch einer Vaucheria-Antheridie einigermassen ähnlich wird, schwillt nach und nach beträchtlich an und wird dadurch kuglig-elliptisch oder eiförmig.

---

[1]) l. c. p. 79.

Ihr anfangs sehr blass gefärbter plasmatischer Inhalt wird jetzt mehr dicht und grobkörnig, ist hie und da mit mehr oder minder grossen ölartigen Tröpfchen und einzelnen Vacuolen versehen, und bekommt zuletzt eine intensive, dunkle, orangegelbe Färbung. Nach der Mitte der Spore zu erscheint der Inhalt immer viel dichter, so dass er nicht selten in Form eines unebenen und undeutlich begrenzten centralen Klumpens auftritt, welcher von der Sporenmembran ziemlich weit absteht. Diese letztere ist anfangs dünn und einfach, später erscheint sie deutlich doppelt contourirt. Auch bei der Reife lässt sich aber an diesen Sporen nie Exosporium und Endosporium unterscheiden.

Durch Jod färben sich die Chlamydosporen gewöhnlich gleich den Myceliumfäden und dem Epiplasma der Sporenschläuche rothbraun; im Anfange der Reaction sieht man in denselben nicht selten ausserdem eine etwas undeutliche grüne Färbung auftreten, welche aber bei etwas längerem Einwirken des Jods bald verschwindet. Die jugendlichen, meistens mit orangegelbem Plasma dicht erfüllten Spitzen der Myceliumhyphen des in Rede stehenden Ascobolus bekommen gleichfalls durch Jod dieselbe grünliche Färbung.

Der Keimung nach sind die dem Mycelium fest ansitzenden und von demselben sich schwer ablösenden Chlamydosporen des Ascobolus pulcherrimus als Ruhesporen oder Dauerzellen zu betrachten; ihre Keimfähigkeit fängt nämlich erst dann an, wenn die Myceliumfäden längst abgestorben und völlig leer sind. Ich habe sie z. B. in einem mässig trocken gehaltenen Substrate während eines ganzen Winters, vom Spätherbste bis zum Frühjahre, beinahe völlig unverändert aufbewahrt; — im April angefeuchtet fingen dieselben an zu keimen (Taf. II, Fig. 7, 8). Das dick- und derbwandige, hell bräunlich-gelb gefärbte Exosporium wird an irgend einer Stelle unregelmässig von einem nun unterscheidbaren dünneren, farblosen Endosporium zerrissen, welches alsdann in einen Schlauch auswächst (Taf. II, Fig. 7, 8). Dieser Keimschlauch verlängert sich, wird durch Querwände in mehrere Zellen getheilt, verzweigt sich und sieht von Anfang an den oben beschriebenen Myceliumhyphen völlig gleich.

Bei anderen becherförmigen Pilzen (Ascobolus und Peziza) sind mir bis jetzt keine dergleichen Chlamydosporen vorgekommen.

St. Petersburg, 15./27. Juni 1865.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 3 bei 620facher, die übrigen bei 320facher Vergrösserung mit Hülfe der Camera lucida gezeichnet.

Fig. 1 bis 5 Ascobolus pulcherrimus Cr.

Fig. 1. 2. Anfänge von Fruchtträgern, — wurmförmige, vielzellige Myceliumseitenzweiglein. Jede Zelle eines solchen Körpers ist meistens mit einer grossen, centralen Vacuole versehen; in einzelnen finden sich dagegen zwei bis drei einzelne Vacuolen. Die zwei unteren Zellen des Zweigleins in Fig. 2 sind den Zellen des Myceliumfadens gleich.

Fig. 3. Weitere Entwickelung des Fruchtträgers: An die Zellen des wurmförmigen Körpers legen sich kurze, hakenförmige Seitenzweiglein fest an, welche von anderen, daneben verlaufenden Fäden desselben Myceliums ihren Ursprung nehmen.

Fig. 4. Anfang des um den wurmförmigen Zellkörper sich bildenden Fadengeflechts.

Fig. 5. Etwas weiter vorgerücktes Entwickelungsstadium eines Ascobolus-Becherchens unter Deckplättchen betrachtet und mittelst Glycerin durchsichtig gemacht. Der wurmförmige Zellkörper nimmt jetzt die Mitte eines sehr dicht verfilzten Klumpens ein. Die vier Endzellen dieser central gewordenen Zellreihe erscheinen hier in Form grosser kugliger Blasen; in einer derselben, (in der zweiten von oben) sieht man ein nucleusartiges Gebilde; — der Inhalt einer anderen (der dritten von oben) erscheint in Form eines netzartigen Maschenwerks.

Fig. 6 und 7 Peziza granulata Bull.

Anfänge des Fruchtträgers. Blos die Endzelle des wurmförmigen Körpers ist hier als die funktionirende, als die muthmassliche Eizelle zu betrachten; — die übrigen Zellen dieses Körpers bilden für diese Eizelle einen besonderen Träger.

In Fig. 7 sieht man, wie die zwei oberen Glieder des Tragfadens kleine cylindrische, farblose Schläuche treiben, welche sich an die Basis der Eizelle fest anlegen.

Tafel II.

Fig. 1 bis 3 Peziza scutellata Linn.

Anfänge der Fruchtträger. Vergr. 320.

Fig. 1. Junger wurmförmiger Zellkörper, bei welchem das Endglied (die Eizelle?) noch nicht völlig ausgewachsen ist.

Fig. 2 und 3. Etwas ältere Zustände. Die Eizelle (?) erscheint etwas länglich und ist dabei ein wenig seitwärts gekrümmt. Die an dieselbe sich fest anlegenden, dünnen, cylindrischen Schläuche (die Antheridien?) erstrecken sich bis über den Scheitel der Eizelle, oder verlaufen unter diesem quer um die Seitenwand.

Fig. 4 bis 10 Ascobolus pulcherrimus Cr.

Fig. 4. (160fach vergrössert) Junger Fruchtträger mit den dazu gehörenden Myceliumfäden vom Substrate frei abpräparirt und unverletzt auf die Objectplatte gelegt. Dieselben Myceliumhyphen tragen auch die Ascobolus-Chlamydosporen (*chl. sp.*); *m.* Mycelium.

Fig. 5. (160fach vergrössert). Aelterer Zustand. Das Exemplar ist durch leichten Druck auf das Deckglas etwas ausgebreitet und mittelst Glycerin durchsichtig gemacht worden. *b* = Borsten; *h* = Hymenium; *chl. sp.* = Chlamydosporen; *m* = Myceliumfäden; *x* = ein kleiner Rest des Substrates (des Pferdemistes.)

Fig. 6 *a* Zwei beinahe völlig reifen Fruchtträger in natürlicher Grösse gezeichnet.

Fig. 6 *b*. Einer von denselben mit der Loupe betrachtet.

Fig. 7 und 8. (320fach vergrössert). Keimende Chlamydosporen.

Fig. 9 und 10. (620fach vergrössert). Sich verzweigende und Anastomosen bildende Myceliumsfäden. Die in Fig. 8 gezeichneten kleiuen Pfeile sollen den Verlauf der Plasmaströmung andeuten.

Tafel III.

Ascobolus pulcherrimus Cr.

Fig. 1. 160mal, Fig. 4 620mal, die übrigen 320mal vergrössert.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen entwickelten, aber noch ziemlich jugendlichen Becher. Die von demselben getragenen Asci sind noch nicht völlig reif und erscheinen kürzer als die Paraphysen, *m* = Mycelium; *b* = Borsten.

Fig. 2. und 3. Stücke des hymeniumtragenden Gewebes, von welchem mehrere Paraphysen, zwei ganz junge, drei völlig reife und ein schon ausgeleerter Ascus entspringen. Die reifen Asci ragen mit ihren Spitzen über das Niveau der Paraphysen hervor.

Fig. 4. Junger Ascus. Die Jodreaktion zeigt, dass er mit Epiplasma (*ep.*) erfüllt ist; von Protoplasma (*pr*) findet sich in demselben nur eine sehr schmale Querzone, in deren Mitte der primäre Zellkern (*n*) enthalten ist.

Fig. 5 bis 6. Weiter entwickelte Asci. Die Sonderung des Inhaltes in Epiplasma (*ep*) und Protoplasma (*pr*) tritt hier viel schärfer auf. Die Protoplasmaportion enthält hier 8 junge Sporen; durch Jod wird sie gelb, das Epiplasma dagegen lebhaft rothbraun gefärbt.

Fig. 7 Paraphysen. Ausser den Paraphysen entspringen aus dem hymeniumtragenden Gewebe zwei junge Asci. — *n* = primärer Zellkern.

Tafel IV.

Asscobolus pulcherrimus Cr.

Fig. 6 und 7 90mal, Fig 5, 10 und 11 620mal die übrigen 320mal vergrössert.

Fig. 1. 2 Paraphysen.

Fig. 3 und 4. Reife Asci, ihre Sporen ausschleudernd.

Fig. 5. Reife Sporen.

Fig. 6 und 7. Chlamydosporentragende Myceliumfäden.

Fig. 8 bis 13. Chlamydosporen, in verschiedenen Entwickelungsstadien dargestellt.



Zur Kenntniss der Mucorinen.

I. Mucor Mucedo.

Tafel V. Fig. 1—19 und Tafel VI.

Der Pilz, dessen Entwicklungsgeschichte in Folgendem beschrieben wird, stimmt jedenfalls mit demjenigen überein, welchen Fresenius in seinen Beiträgen zur Mycologie als Mucor Mucedo beschreibt. Er soll daher mit diesem Namen bezeichnet werden.

Die Exemplare desselben, welche zuerst zur Untersuchung kamen, wuchsen auf Mist von Pferden, Kühen, Kaninchen und Meerschweinchen. Durch Aussaat liess sich der Pilz leicht auf anderes Substrat, wie Eiweiss, Eidotter, Pasteur'sche eiweisshaltige Zuckerauflösung,[1] Brot, Kirschen, Vogelbeeren u. s. w. übertragen.

Sein Mycelium wuchert auf der Oberfläche und im Innern des Substrats. Es besteht bei jugendlichen kräftigen Exemplaren aus dicken, reich und wiederholt verzweigten, zunächst querwandlosen protoplasmareichen Schläuchen, deren Aeste früherer Ordnung den Hauptstämmen gleichdick sind, während die der höheren Ordnungen sich in ganz feine Zweige spalten. Im Alter treten in den Myceliumschläuchen mehr oder minder zahlreiche, anscheinend ordnungslos gestellte Querwände auf. Alle diese Erscheinungen kommen den meisten Mucor- und Mucorinen-Mycelien zu.

Von dem Mycelium erheben sich, als senkrecht über das Substrat hervortretende Zweige, die Fruchtträger, Fruchthyphen („Stiele"). Die bekannteste Form dieser, welche zunächst allein betrachtet werden soll, sind die Träger der für die Gattung Mucor charakteristischen Sporangien, dicke, anfangs immer unverzweigte, in ein Sporangium endigende, in der Jugend mit farbloser und durch Jod und Schwefelsäure hellblau werdender Membran versehene querwandlose Schläuche. Dieselben bleiben entweder ganz unverzweigt oder bilden meistens nach Anlage oder Ausbildung des ersten termi-

[1]) 10 Theile Zucker, 0,2—07 Theile wässerigen Extractes aus Bierhefe auf 100 Wasser, vergl. Flora 1862, p. 359.

nalen Sporangiums Zweige in verschiedener Zahl, Grösse und Stellung, welche wiederum mit einem Sporangium endigen. Was die Stellung der Zweige betrifft, so ist diese entweder eine ganz unregelmässig zerstreute, oder es entspringen nicht selten dicht unter dem terminalen Sporangium zwei opponirte, kurze, Sporangien tragende Aeste, so dass der Fruchtträger einer gabeligen cymösen Inflorescenz gleicht, wie schon Fresenius angibt; auch einseitig ausgezweigte Cymen kommen vor. Diese Auszweigung ist immer nur eine spärliche, ein- oder zweifache. Mit der Verzweigung oder auch in älteren einfachen Trägern treten Querwände in wechselnder Zahl und Stellung auf. Die Grösse der Sporangiumträger ist überaus verschieden. Magere, mangelhaft ernährte Exemplare werden, wie unten beschrieben werden wird, kaum 1 Millim. hoch, kräftige erreichen, bei Borstendicke, eine Länge von 10, 20, 30. Millim.

Der Bau und die Entstehung der Mucor-Sporangien kann nach zahlreichen älteren Beschreibungen, und besonders nach der von Fresenius (l. c.) und den im ersten Hefte dieser Beiträge für Syzygites megalocarpus gegebenen Darstellung als allgemein bekannt betrachtet werden. Die typischen Sporangien des Mucor Mucedo sind kugelig, zur Zeit der Reife für das blosse Auge braun bis schwärzlich. Ihre Wand (Zellenmembran) ist, was Fresenius zuerst fand, häufig auf der Aussenfläche mit dichtgestellten feinen Stachelchen besetzt (Taf. V, Fig. 14, 16), eine übrigens nicht constante Erscheinung; es kommen auch ganz glatte, hyaline Sporangiumwände vor, und solche, die in der Flächenansicht fein granulirt oder punctirt aussehen, wie es Fresenius für seinen Mucor racemosus angibt, ohne aber in der Profilansicht prominirende Stachelchen zu zeigen. Die stachelige Wand der Sporangien ist zur Zeit der Reife überaus brüchig; in Wasser gebracht zerfällt sie alsbald in kleine, allmählich verschwindende Körnchen (Taf. V, Fig. 12). Die glatten Membranen dagegen sind oft sehr derb, selbst durch starkes Drücken und Zerren nur schwer zerreissbar und im Wasser wochenlang unverändert bleibend. Wie für Mucor allgemein bekannt ist, ragt die das Sporangium von seinem Träger trennende Querwand in Form einer kugeligen oder breit ovalen Blase — Columella — ins Innere des Sporangiums. Bei der in Rede stehenden Art geht die Columella plötzlich in den cylindrischen Träger über und die Insertionsstelle der Aussenwand, die nach dem Zerfallen des grössten Theiles dieser durch ein kleines, stehenbleibendes, ringförmiges Stück bezeichnet wird, befindet sich unmittelbar unter der Columella.

Die zahlreichen reifen Sporen der beschriebenen Sporangien (Taf. V, Fig. 1, 2, 12) sind

oval oder länglich, einzeln betrachtet farblos, mit zarter, glatter Membran. Ihre Länge schwankte bei den gemessenen Exemplaren zwischen $\frac{1}{153}$ und $\frac{1}{53}$ Millim. Sie sind von dem Zeitpunkt der Reife an keimfähig. In reinem Wasser keimen sie nicht. Setzt man dagegen zu diesem Zuckerlösung, Eiweiss, Traubensaft, Mist u. s. w. oder bringt man sie auf ein entsprechend zusammengesetztes Substrat [1]), so findet man schon einige Stunden nach der Aussaat die Mehrzahl angeschwollen, mehr oder minder kugelig, mit wandständigem Protoplasma und einer centralen Vacuole versehen, und alsbald beginnt das Austreiben von Keimschläuchen nach einer oder zwei Seiten hin. Diese erreichen schon in 24 Stunden eine beträchtliche Länge, nach 48 Stunden sind sie zu einem (auf den Objectträgern meist septirten) Mycelium herangewachsen, von dem sich nun fruchttragende Hyphen, entweder wiederum die beschriebenen Sporangien oder die alsbald zu erwähnende zweite Fruchtform bildend, in die Luft erheben.

Es ist bemerkenswerth, dass die Sporen bei der Keimung ihren Protoplasmagehalt nicht zu Gunsten der Keimschläuche verlieren, sondern lange Zeit und oft andauernd gleich Myceliumfäden mit einer mächtigen wandständigen Protoplasmaschicht versehen bleiben. Hieraus und aus den erwähnten Keimungsbedingungen ist zu schliessen, dass mit dem Anfange der Keimung schon Nahrungsaufnahme und Assimilation eintritt, was, wie unten gezeigt werden wird, in derselben Weise auch bei anderen Mucorinensporen der Fall ist.

Bei den Aussaaten auf Mist entwickeln sich nach 48 Stunden aus dem septirten Mycelium oft nur sehr zarte, kurze, einfache oder wenig verzweigte Fruchtträger, welche auf ihren Enden sehr kleine Sporangien bilden (Taf. V, Fig. 4—10). Diese haben zarte, farblose, meist glatte Membran und entbehren der Columella, sie sind voo ihrem Träger durch eine ebene kleine Querwand abgegrenzt und in einigen, allerdings seltenen Fällen war selbst diese nicht zu finden. Sie enthalten nur 2—10 Sporen, welche oft nur schwer keimen, im Uebrigen den oben beschriebenen in allen Stücken, auch in der Grösse gleich sind.

Zwischen den soeben erwähnten kleinen Sporangien und den grossen vielsporigen, mit Columella versehenen lassen sich oft auf einem und demselben Mycelium alle möglichen Uebergangsformen finden (Taf. V, Fig. 10—12). Jene werden daher nicht für besondere typische Reproductionsorgane zu halten sein, sondern nur für Zwerg- oder Krüppelexemplare der ersten, Sporangien bildenden Form von Mucor Mucedo.

Eine wirklich eigenthümliche zweite Form fruchttragender Hyphen unseres Pilzes

---

[1]) Die Aussaaten wurden theils auf den Objectträger, theils in kleine, leicht controlirbare Glasschalen gemacht.

ist dagegen diejenige, welche von Link als Thamnidium, von Corda als Ascophora elegans beschrieben worden ist [1]). Mit diesen Namen sind aufrechte Fruchthyphen unseres Pilzes bezeichnet worden, welche auf ihrer Spitze in der Regel ein Sporangium von der oben beschriebenen Beschaffenheit tragen, in ihrem mittleren oder unteren Theile aber kurze, horizontal abstehende Seitenzweige, die bis 5- und 10 mal gabelig getheilt sind und auf jeder Enddichotomie ein kleines Sporangium (Sporangiolum) tragen. (Taf. VI. Fig. I.)

Die Länge der ganzen dichotomen Seitenästchen ist im Vergleich mit den Hauptfäden sehr gering, oft kaum 10mal grösser als der Querdurchmesser der letztern. Die Gabelungen divergiren stumpfwinkelig und die Verzweigungsebenen aufeinanderfolgender Ordnungen schneiden sich unter ungefähr rechtem Winkel. Die Seitenästchen stehen zuweilen einzeln, zerstreut, meistens jedoch zu 2—4—5 wirtelig beisammen, die Wirtel entweder einzeln am Hauptfaden oder zwei und mehrere über einander. Zuweilen findet man den Hauptfaden mit einem solchen Wirtel oder alsdann richtiger einer Art Cyma geendigt, ohne dass diese von einem grossen Sporangium überragt wird. (Vgl. Taf. V, 13, VI, 1, 9).

Die den Enddichotomien aufsitzenden Sporangiolen sind kugelrunde, einer ins Innere ragenden Columella stets entbehrende Zellchen mit völlig glatter farbloser und durchsichtiger Membran, welche zwar zart, aber weit dauerhafter als die der stacheligen Sporangien ist, und nach der Reife auch im Wasser oft lange Zeit unverändert bleibt. Die Entwicklung der Sporangiolen ist der der grossen Sporangien im Wesentlichen gleich; in einer jeden werden mehrere Sporen (Gemmen, Gongyli nach Corda) durch Theilung des Protoplasma simultan gebildet, meistens 4, seltener nur 2—3 oder bis zu 6 und selbst 8. Sie füllen zur Zeit der Reife den Innenraum des Sporangiolum locker aus, sind oval und ziemlich constant $1/_{100}$—$1/_{80}$ Millm. lang, ihre Struktur ist der von den oben beschriebenen Sporen gleich. Zur Zeit der Reife fallen die Sporangiolen leicht ab, wobei ihre Wand verschlossen bleibt oder unregelmässig aufreisst.

Die sporangiolentragenden Fäden erschienen in unseren Culturen in der Regel erst, nachdem die Entwicklung von nur Sporangien tragenden einige Tage gedauert hatte, und immer in nicht grosser Zahl zwischen den letzteren.

Da beide aus dem gleichen Mycelium entspringen und meist genau die gleichen grossen Sporangien tragen, so liegt die Annahme, dass beide Organe einer und der-

---

[1]) Link, Observ. in ord. nat. plant. Dissert. I. (1816). Corda, Icon. fungor. Bd. III, Taf. II, Fig. 43.

selben Species sind, sehr nahe. Doch könnte man, nach dem bisher Angegebenen, noch begründete Zweifel hiergegen erheben, zumal da Mucor Mucedo (auch in unseren Culturen) sehr oft nur mit Sporangien und ohne die Thamnidiumform vorkommt, und da Präparate, in welchen beide Formen einem und demselben Myceliumfaden aufsitzen, bis jetzt niemanden gelungen sind.

Durch Aussaat reifer Sporangiolen lassen sich die Zweifel leicht beseitigen. Die Sporangiolensporen keimen in gewöhnlichem Trinkwasser (unter dem Deckglas blieb jedoch die Keimung in dieser Flüssigkeit aus), in den oben erwähnten Flüssigkeiten und auf den Körpern, welche dem spontanen Pilze als Boden dienen. Die Keimungserscheinungen sind, wie schon Bail dargestellt hat (Flora 1857), die nämlichen, wie bei den Sporen der grossen Sporangien. In geeignetem Substrat wachsen die Keimschläuche zu einem Mycelium heran, welches alsbald aufrechte, fruchttragende Fäden bildet, und zwar theils solche mit nur terminalen grossen Mucorsporangien (Taf. VI, Fig. 6, 10), theils solche mit endständigen Sporangiolenzweigen (Fig. 7—9), theils Formen mit beiderlei Fructification oder deutlichen Zwischenformen zwischen beiden (Fig. 5). Die Cultur gelingt nicht schwer auf dem Objectträger, zumal in der Pasteur'schen Zuckerlösung, und der ganze Entwicklungsgang lässt sich hier lücken- und zweifellos verfolgen.

Uebergangsformen zwischen den nur einzelne terminale Sporangien tragenden Exemplaren und der typischen Thamnidiumform lassen sich übrigens zuweilen auch in anderen als den reinen Sporangiolumaussaaten finden. Besonders schön beobachteten wir solche bei einem Mucor, welchen uns Dr. Itzigsohn freundlichst mittheilte und welchen wir auf Eiweiss und Eidotter cultivirten (Taf. V, 13—16). Derselbe zeichnete sich hier von dem gewöhnlichen M. Mucedo durch gedrungenern Wuchs, dunklere Farbe der Sporangien und häufig schön violette Columella aus, nahm jedoch auf anderem Substrat, zumal auf Mist, die gewöhnliche Form an und ist daher wohl nur als eine Varietät zu betrachten. In den Eiweissculturen trugen seine aufrechten Fruchthyphen theils nur einzelne terminale Sporangien, theils typische Sporangiolenwirtel, theils hatten sie eine kurze Strecke unter dem grossen endständigen Sporangium einen oder zwei opponirte abstehende Aeste, die einigemal dichotom oder auch trichotom getheilt waren und auf den Zweigenden kleine runde Sporangien trugen. Die reicher verzweigten sahen den Sporangiolenträgern sehr ähnlich. Ihre kleinen Sporangien unterscheiden sich aber von den typischen Sporangiolen durch weit grössere, bis auf 40, 50 und mehr steigende Zahl der Sporen (Fig. 16) und einzelne derselben waren mit einer kleinen Columella versehen.

In Begleitung des mistbewohnenden Mucor Mucedo findet sich öfters eine dritte Pilzform, welche Berkeley und Broome[1]) zuerst als Botrytis Jonesii beschrieben, Fresenius[2]) kürzlich in eine besondere Gattung, Chaetocladium, gestellt haben. Diese Form erscheint — so weit unsere Beobachtungen reichen — gleichfalls erst, wenn die Bildung der Mucorsporangien mehrere Tage gedauert hat und im Abnehmen begriffen ist, entweder gleichzeitig mit der Thamnidiumform oder noch später als diese. Sie tritt vereinzelt, oft aber auch massenhaft auf, in letzterem Falle erhält der Mucorrasen ein durchaus verändertes Ansehen, indem die geraden, aufrechten, stattlichen Sporangienträger theilweise collabiren und zwischen ihnen zahlreiche kürzere und zärtere aufrechte Hyphen von schneeweisser Farbe auftreten, an welchen schon das unbewaffnete Auge bei einiger Uebung eine reiche rispige Verzweigung erkennen kann. (Vgl. Taf. VI).

Stärkere Vergrösserung lässt in diesen Fäden einen Stamm unterscheiden, der sich entweder nur an seinem oberen Ende in mehrere Hauptäste gabelt oder von letzteren zwei, drei und vielleicht noch mehr übereinander stehende Wirtel trägt. Die Wirtel bestehen aus 2 bis 6, sehr oft aus drei Aesten (vgl. Fig. 11). Jeder Hauptast theilt sich nach kurzem Verlauf in 3 oder 4 abstehende ausgespreizte Aeste zweiter Ordnung, deren jeder in eine lange borstenförmige Spitze ausläuft und etwa in seiner Mitte einen Wirtel von 2 bis 3 Aestchen dritter Ordnung trägt. Diese sind wiederum borstenförmig zugespitzt und tragen über ihrer Mitte einen meist drei- bis viergliedrigen Wirtel von Aestchen vierter Ordnung, welche kurz, fast rechtwinkelig ausgespreizt und abermals in 2—3 ganz kurze, etwas angeschwollene, unregelmässig wirtelig oder gabelig geordnete Zweiglein getheilt sind. An jedem dieser Endzweige werden auf kurzen Stielchen einige Sporen simultan neben einander abgeschnürt, dieselben können daher als Basidien bezeichnet werden. Jeder Zweig vierter Ordnung bildet durchschnittlich 15 bis 20 Sporen, die in trockenem Zustande sein Ende als ein von der borstenförmigen Spitze überragtes Köpfchen bedecken (vgl. Fig. 11—15). Nimmt man alle Auszweigungen als dreizählig, und auf jedem Aste vierter Ordnung 15 Sporen an, so trägt jeder Hauptfaden nicht weniger als 1215 Sporen.

Es braucht kaum gesagt zu werden, dass von diesem bereits von Fresenius beschriebenen typischen Verzweigungsschema nicht selten einzelne Abweichungen vor-

---

[1]) Ann. Mag. of Nat. history, 2 Ser. vol. 13. pl. XV (1854).

[2]) Beiträge, Seite 97. (1863).

kommen. Besonders endigen zuweilen auch die Zweige dritter Ordnung gleich den quartären mit Basidien und nicht mit einer Borste (Fig. 13).

Der Hauptstamm ist mitsammt seinen Aesten der ersten Ordnungen ein zartwandiger, unseptirter, in seiner Jugend reichliches wandständiges Protoplasma enthaltender Schlauch. Querwände treten regelmässig unter den sporenabschnürenden Enden, zuweilen auch in den borstenförmigen Spitzen auf (Fig. 12, 14, 15).

Die reifen Sporen sind kugelrund, meist $^1/_{150}$—$^1/_{127}$ Millim. gross, einzelne noch grösser ($^1/_{95}$). Ihre Membran ist dünn, zart und bei manchen Exemplaren glatt und farblos, bei andern, wie sie auch Fresenius beschreibt, durchscheinend bräunlich und auf der Oberfläche äusserst fein punktirt-warzig. Sie umschliesst einen stark lichtbrechenden, farblosen, homogenen oder bei ganz starker Vergrösserung sehr feinkörnigen Protoplasmakörper (Fig 16).

Die Sporen der Botrytis Jonesii sind von ihrer Reife an keimfähig. Säet man sie in Wasser aus, so bleiben sie selbst Wochen- und Monate lang total unverändert. Auf eine der bei den obigen Keimungsbeschreibungen genannten Flüssigkeiten gesäet (die besten Resultate wurden mit Traubensaft erhalten) sinken sie in den ersten 12 bis 24 Stunden zu Boden, schwellen auf etwa das doppelte ihrer ursprünglichen Grösse an, in ihrer Mitte erscheint eine grosse Vacuole (vgl. Fig. 17). Nach weiteren 12 bis 24 Stunden findet man sie noch bedeutend vergrössert, aus der kugelförmigen in birnförmige, längliche u. s. w. Form übergegangen und die Austreibung von Keimschläuchen beginnend (vgl. Fig. 18—20). Diese wachsen, in derselben Weise wie es für die oben besprochenen Formen angegeben wurde, binnen 1—2 Tagen zu reich verästelten Myceliumfäden aus, welche denen von Mucor Mucedo völlig gleichen und alsbald aufrechte, auf ihrer Spitze Mucor-Sporangien bildende Zweige treiben. Diese letzteren sowohl, wie ihre Träger, haben genau die oben für Mucor Mucedo beschriebenen Eigenschaften.

Wir erhielten aus der Botrytis-Aussaat nie andere Exemplare als solche mit typischen grossen Mucor-Sporangien. Die Entwicklung dieser Exemplare aus den Botrytissporen liess sich auf dem Objectträger leicht durch alle Stadien verfolgen. Es ist daher unzweifelhaft, dass Botrytis Jonesii nicht ein Begleiter, sondern eine dritte Fructificationsform des Mucor Mucedo ist, welche den vorliegenden Daten zufolge nur dann zur Entwicklung kommt, wenn dieser Pilz auf Mist vegetirt.

Im Anschlusse an die bei den Pilzen anderweitig gebräuchliche Terminologie (vgl.

Flora 1862 p. 64) würden die von diesen Fructificationsorganen abgeschnürten Sporen als Conidien zu bezeichnen sein.

Nach dem Mitgetheilten ist nicht zu bezweifeln, dass bei dem spontanen Mucor Mucedo die Conidienträger mit den Sporangienträgern aus demselben Mycelium entspringen. Präparate, an welchen dieses direct sichtbar gewesen wäre, konnten wir aus dem dichten Gewirr zarter Hyphen, welches die Basis älterer Mucorrasen bildet, nicht darstellen, und Fruchthyphen, welche gleichzeitig Conidien und Sporangien tragen, konnten wir so wenig wie Fresenius auffinden.

Bail[1]) und Zabel[2]) haben für Mucor Mucedo ferner Gonidien beschrieben. In alten Fäden, zumal solchen, deren Inhalt grossentheils zur Sporangienbildung verwendet worden ist, sammelt sich das Protoplasma in kurze Querzonen an, die sich durch Querwände zu allmählich ziemlich derbwandig werdenden Zellen abgrenzen. Diese Zellen liegen meist einzeln und zerstreut in der Continuität der alten, leeren und collabirten Fäden. Ebenfalls ziemlich derbwandige, von Protoplasma strotzende cylindrisch-eiförmige Zellen bilden sich oft in langen Ketten durch gewöhnliche Zelltheilung an den Zweigenden solcher Mycelien, bei denen die Bildung der Sporangienträger gehindert ist, sei es durch unzureichende Ernährung oder besonders durch Abschluss der Luft. Berkeley hat solche Zustände schon 1838 (Magaz. of Zool. and Bot. Vol. II, p. 340) für eine jedenfalls dem M. Mucedo wenigstens nahestehende Form beschrieben. In günstige Medien gebracht, wachsen die beiderlei eben erwähnten Zellen zu einem Sporangien bildenden Mucormycelium aus. Die beschriebenen Zellen dürften kaum den typischen Fortpflanzungsorganen zuzurechnen sein, eher vielmehr accessorischen Brutknospen höherer Gewächse vergleichbar. Sie mögen daher, und um Verwechselung mit den Conidien zu vermeiden, statt Gonidien Brutzellen genannt werden. (Vgl. Taf. VI, Fig. 21, 22.)

Bei der Untersuchung der Entwicklungsgeschichte von Mucor Mucedo waren zwei weitere Fragen zu prüfen. Bail[3]) hat erstlich behauptet, aus den in gährungsfähige Zuckerlösungen ausgesäeten Brutzellen des Mucor Mucedo Fres. entwickelten sich die Zellen des Hormiscium Cerevisiae, der Bierhefe. Und er ging zweitens später noch viel weiter, indem er angab, Bierhefe, Mucor Mucedo, Achlya, Saprolegnia sammt Entomophthora Muscae Fres. (Empusa Muscae Cohn) seien alle nur

---

[1]) Flora 1857 p. 417.

[2]) Einiges über die Gonidien der Pilze. Mélanges biolog. St. Petersbourg. T. III.

[3]) Flora 1857 l. c, und Verhandl. d. D. Naturforschervers. zu Königsberg.

Formen einer Species: die Hefezellen werden von den Stubenfliegen gefressen, entwickeln sich in der Leibeshöhle dieser zu den blasigen Schläuchen, welche man durch Cohn und Lebert als die Anfänge von Entomophthora kennt, und je nachdem die Fliege, welche diese enthält, in Wasser oder auf einen feuchten, von Luft umgebenen Boden kommt, wachsen jene Schläuche zu Achlya und Saprolegnia oder (je nach ihrem Alter) zu Mucor und Entomophthora aus.

Was die erste dieser Behauptungen betrifft, so bedauern wir, trotz einiger bestätigenden Aeusserungen von anderer Seite, unsererseits nur negative Resultate berichten zu können. In zahlreichen und mannichfach variirten Aussaaten von Mucorsporen ist es uns nie gelungen, die Entwicklung von Gährung erregenden Hefzellen aus diesen Organen sicher zu constatiren. Von der zweiten Bail'schen Angabe ist jeder einzelne Satz besonders zu prüfen und zu beurtheilen.

Dass erstens die jugendlichen Schläuche der Entomophthora Muscae in Wasser zu Achlya prolifera Nees oder anderen grösseren Saprolegnieen auswachsen, während sie sich in der Luft zu den nach dem Tode des Thieres aus der Körperoberfläche hervorbrechenden sporenabschürenden kurzen Fäden entwickeln, welche Cohn, Lebert und Fresenius beschrieben haben, ist von Cienkowski (Bot. Zeitg. 1853) bereits angegeben worden. Woronin konnte die Richtigkeit dieser Angaben bestätigen.[1]). Entomophthora Muscae stellt hiernach einen Entwicklungszustand von Achlya prolifera, und wohl die ganze Reihe der Entomophthora-Formen Entwicklungsglieder der verschiedenen Saprolegnieenspecies dar. Die vollständige Verfolgung ihres Entwicklungskreislaufes bleibt ferneren Untersuchungen vorbehalten.

Was zweitens die Verwandlung der Hefezellen in Entomophthoraschläuche betrifft, so findet man jene reichlich im Schlunde, Magen und Darm der Fliege, wenn man diese reichlich mit Hefe gefüttert oder Hefe anderweitiger Nahrung beigemengt hat. Aber die Hefezellen blieben in unseren Versuchen Hefezellen; auch nach wochenlanger Cultur und Zucht konnten wir sie weder in dem lebenden noch in dem getödteten, in Wasser oder auf feuchten Boden gebrachten Thiere zu Entomophthora- oder Achlya- oder Mucorschläuchen auswachsen sehen. Es wäre zwecklos, alle einzelnen Versuche ausführlich zu beschreiben, da alle das nämliche negative Resultat ergeben haben.

---

[1]) Ich referire dieses einfach, weil ich an der betreffenden Untersuchung nicht Theil genommen habe.
d. By.

Der dritte Satz, demzufolge Mucor Mucedo so zu sagen nur eine Luftform, von Achlya prolifera sein soll, wurde nach Feststellung der so eben mitgetheilten negativen Resultate auf zweierlei Wegen weiter geprüft. In einer Reihe von Versuchen wurden Sporangium- und Sporangiolum- (Thamnidium-) Sporen des Mucor Mucedo auf frisch getödtete, Entomophthorafreie Fliegen gesäet, welche in reinem, vorher ausgekochtem Wasser lagen, und dafür gesorgt, dass die Sporen unter Wasser keimten. Resultat immer nur Mucormycelium, das unter Wasser steril blieb oder Brutzellen entwickelte, nie Achlya. Dasselbe Resultat ergab eine Reihe von Versuchen, welche sich von den ersten nur dadurch unterschied, dass die Mucorsporen nicht auf Fliegen gesäet, sondern in Collodiumsäckchen eingeschlossen ins Wasser versenkt wurden. Die Säckchen enthielten theils nur Wasser, theils Eiweiss, Amylum u. s. w.

Umgekehrt wurde ferner gefragt: Kann Achlya die Form von Mucor Mucedo annehmen unter denjenigen äusseren Bedingungen, welche der Entwicklung des letzteren besonders günstig sind? Fliegen, auf welchen in Wasser die Entwicklung von Achlya eben begann, wurden zu wiederholten Malen auf gut ausgekochten Mist von Kaninchen und Meerschweinchen gebracht und unter Glasglocken in feuchter Atmosphäre gehalten. Die Achlyaschläuche trieben zahllose Zweige, welche sich in dem Miste kriechend ausbreiteten, auch einzelne aufrechte Aeste in die Luft treten liessen, aber während der durchschnittlich einen Monat lang fortgeführten Culturen durchaus steril blieben und zuletzt abstarben.

In Pasteur'sche eiweisshaltige Zuckerlösung wurden theils auf Objectträgern, theils in Glasschälchen, reife Oosporen von Achlya [1]) gesäet. Schon nach 24 Stunden reichliche Keimung, und zwar theils Austreibung von Keimschläuchen, theils Bildung von Schwärmsporen, welche schnell zu Ruhe kamen und keimten. Beiderlei Keimschläuche wuchsen nun beträchtlich in die Länge, trieben zahlreiche schlanke Zweige, blieben aber arm an Protoplasma und stets durchaus steril.

Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass in unseren Versuchen einigemal auch auf Achlya tragenden oder nicht besäeten Fliegen Mucor Mucedo mit Sporangien und zuweilen auch Sporangiolen auftrat, wenn sich dieselben in feuchter Luft befanden. Es war aber in allen diesen Fällen nachweisbar, dass die Entwicklung seines Myceliums aussen auf der Fliege begann und nicht aus im Innern befindlichen Entomophthora-

---

[1]) Ob von Achlya prolifera Nees oder einer nächstverwandten Form war nicht völlig genau bestimmbar; nach Bail ist dies ja aber gleichgültig.

oder Achlya-Schläuchen hervorging, und die ganze Erscheinung leicht zu erklären, da sie in einem zahlreiche Mucorculturen enthaltenden Lokale stattfand.

Nach allen diesen Thatsachen wird es wohl erlaubt sein, die Saprolegnieenformen und Entomophthoren aus dem Entwicklungskreise unseres Mucor Mucedo auszuschliessen. Es bleiben für denselben die drei beschriebenen Formen übrig, die Sporangientragende, die Sporangiolentragende, die Conidienträger nebst den Brutzellen.

Die Bedenken, welche Fresenius früher über Thamnidium, Chaetocladium und ihre Beziehungen zu Mucor Mucedo aussprach, sind durch das Mitgetheilte erledigt worden (vgl. Bot. Zeitung 1864 p. 154). Dafür fragt es sich aber jetzt, ob jener dritte Begleiter der typischen Sporangienträger, dessen Fresenius in seiner eben citirten Mittheilung erwähnt, nicht auch, als vierte Fruchtform, in den Entwicklungskreis des Mucor Mucedo gehört. Wir fanden diese Pilzform zweimal in wenigen vereinzelt stehenden Exemplaren und zwar beidemale bei einer Cultur auf Pferdemist, bei welcher Sporangien- und Conidienträger schon gröstentheils überreif und vertrocknet waren. Wie Fresenius schon zum grössten Theile beschrieben hat, erheben sich von dem Substrat aufrechte, erst farblose, dann (durch Färbung ihrer Membran) hellbraune Fäden, deren von unten nach oben an Dicke zunehmender und bis über 5 Millim. langer Hauptstamm sich 6—8 Mal dichotom theilt. Die Gabelungen jeder höheren Ordnung sind beträchtlich kürzer als die der vorhergehenden, ihre Verzweigungsebene schneidet die vorhergehende nahezu rechtwinkelig. Unter den Gabelungsstellen, auch wohl hie und da in den primären Aesten und dem Hauptstamme stehen öfters, doch nicht immer, Querwände. Die oft sehr kurzen letzten Dichotomieen tragen auf ihren Enden sämmtlich eine durch eine Querwand abgegrenzte Zelle — Basidie — von breit-obconischer, daher im Profil dreieckiger Gestalt. (Taf. V. Fig. 17, 18.)

Die obere Fläche dieser Basidie ist an ihrem Rande unregelmässig ausgebuchtet und stumpflappig eingeschnitten, und dicht besetzt mit radial divergirenden, zusammen ein strahliges Köpfchen bildenden Sporenreihen. Jede der letzteren bestand in den untersuchten Exemplaren aus vier, drei oder zwei Sporen von länglich-cylindrischer Form (Länge $1/_{250}$—$1/_{120}$ Mm., Breite $1/_{380}$—$1/_{300}$ Mm.).

Mit der Reife fallen die Sporen ab; da nur reife Exemplare zur Untersuchung kamen, ist es daher wohl möglich, dass die Reihen ursprünglich immer aus mehr als 3 oder 2 Gliedern bestehen. Noch leichter als die Sporen trennt sich die Basidie selbst von ihrem Träger los. Bringt man ganz reife Exemplare in Wasser, so findet man daher oft sämmtliche Basidien in der Flüssigkeit zerstreut, theils noch ihre Sporen

tragend, theils ohne diese oder nur noch mit vereinzelten Sporen oder Reihen besetzt, die Enddichotomien aber abgerundet oder abgestutzt endigend (vgl. Fig. 17, 18).

Die Entwicklung dieser sonderbaren Pilzform konnte bis jetzt nicht verfolgt werden; mehrfache Versuche, ihre Sporen zur Keimung zu bringen, blieben resultatlos; auch eine genaue Untersuchung des Myceliums war bis jetzt nicht möglich. Ein organischer Zusammenhang mit einem der oben beschriebenen Fortpflanzungsorgane des Mucor Mucedo konnte, wie auch Fresenius angibt, nicht gefunden werden. Es muss somit zur Zeit dahingestellt bleiben, ob der Fresenius'sche Pilz zu Mucor Mucedo gehört oder nicht, und mag derselbe einstweilen mit einem besonderen Namen, Piptocephalis Freseniana benannt werden.

II. Mucor stolonifer.

(Tafel V, Fig. 20—22 und Tafel VII.)

Ein ebenso verbreiteter Pilz wie Mucor Mucedo ist als Rhizopus nigricans Ehrbg. (Epist. de Mycetogen.), Ascophora Mucedo Tode, Mucor stolonifer Ehrbg. (Silv. Mycolog.) bekannt. Er sei hier mit dem letztgenannten Namen bezeichnet, weil dieser eine Haupteigenthümlichkeit desselben anzeigt und zugleich die Species in die Gattung Mucor stellt, von der, wie Fresenius schon vor 15 Jahren gezeigt hat, die Genera Rhizopus und Ascophora dermalen nicht getrennt werden können.

Mucor stolonifer bewohnt todte oder absterbende organische Körper verschiedenster Art; am schönsten entwickelt er sich auf fleischigen Früchten, welche unter der Einwirkung seiner Vegetation rasch in Fäulniss übergehen.

Aus den keimenden Sporen entwickeln sich reichverästelte, wellig gebogene, meist unseptirte Myceliumschläuche, welche sich in und auf dem organischen Substrate ausbreiten. Bei normal entwickelten Exemplaren erheben sich von dem Mycelium dicke aber zartwandige Aeste, Stolonen, welche aus bogig aufsteigender Basis eine der Oberfläche des Substrats ungefähr parallele Richtung annehmen, ihre Spitze aber wiederum gegen dieses hinneigen; oder, dem Substrat locker anliegend, kriechend über dasselbe hinwachsen, oder endlich, wo sie keine feste Stütze finden, senkrecht in die Luft hinabhängen. Die Stolonen erreichen eine Länge von 1—3 Cm. und darüber; sie sind einfach oder mit zerstreuten Aesten versehen, oder, zumal bei bedeutender Länge, in zwei bis mehrere strahlig divergirende Gabeläste getheilt. (VII, 1.)

Die Sporangienbildung findet an den auf das Substrat geneigten Enden der Stolonen statt. Hinter der anfangs stumpf abgerundeten Spitze des Stolo treten dicht bei einander stehende Zweiganlagen auf, je nach der Kräftigkeit der Exemplare in verschiedener Zahl. Eine Anzahl dieser Zweige, und zwar solche, die seitlich und auf der Unterfläche entspringen, wachsen, nebst dem Ende des Stolo selbst zu Wurzelhaaren aus, reich dichotomen oder zerstreut ästigen kurzen Schläuchen, deren Endramificationen haarförmig ausgezogen und dem Substrat fest angelegt sind. Die Wurzelhaare bilden miteinander ein oft sehr dichtes reichfädiges Büschel. Andere, auf der Oberfläche des Stolo über oder dicht hinter dem Wurzelbüschel entspringende, gleichzeitig mit den Wurzelhaaren oder wenig früher angelegte Aeste entwickeln sich theils zu Sporangienträgern,

4

theils wieder zu Stolonen. Jene erheben sich senkrecht oder spitzwinklig zu der Fläche des Substrats in Form durchaus einfacher, meist 2—3 Millim. hoher, straff aufrechter Schläuche, die auf ihrem Scheitel ein Sporangium bilden. Ihre Zahl beträgt auf einem Stolonenende bei kräftigen Exemplaren meist 3—5, oft auch nur 1—2, manchmal 6—10; wo mehrere vorhanden sind, entspringen sie immer ganz dicht bei einander und divergiren spitzwinklig. Die Stolonen höherer Ordnung entspringen unmittelbar neben oder zwischen den Sporangienträgern, einzeln oder zu 2 und selbst 3, sie verhalten sich wie für die Stolonen im Allgemeinen angegeben wurde, ihr Ende bildet wiederum ein Wurzelbüschel und Sporangienträger; sehr oft werden die beiden letztgenannten Organe ohne neue Stolonen von einem Stolonenende erzeugt (vgl. VII, 1).

Die Stolonen wachsen keineswegs nur über das von dem Mycelium bewohnte und dem Pilz Nahrung gebende Substrat, sondern vielmehr über jeden beliebigen festen Körper hin. Der Pilz kann sich daher weit über den Ort seiner eigentlichen Vegetation hinaus ausbreiten.

Ausser diesen charakteristischen Verzweigungen entspringen immer auch einzelne Sporangienträger direct von den Myceliumfäden. Sie sind den von den Stolonen getriebenen gleich oder höchstens hier und da an der Basis mit einem Zweige versehen. Schlecht ernährte kümmerliche Exemplare haben diese solitären Sporangienträger oft ausschliesslich oder vorzugsweise, und wenige oder keine Stolonen. Auch an solchen Stolonen, die in die Luft hinabhängen, werden Sporangien auf einzelnen zerstreuten Zweigen gebildet.

Der Bau der Stolonen ist der eines zartwandigen, in der Jugend protoplasmareichen unseptirten Schlauches. Die Wurzelhaare zeigen in der Jugend die nämliche Beschaffenheit, später oft zahlreiche Querwände und, zumal an der Basis, verdickte, braun gefärbte Membran.

Die Sporangiumträger sind einfache, querwandlose Schläuche. Ihre Spitze schwillt zu dem kugeligen Sporangium an, welches bei kräftigen Exemplaren einen Durchmesser von ¼ Mm. bis ⅓ Mm., bei schwachen manchmal nur $\frac{1}{35}$ Mm. erreicht und sich durch eine hoch-kuppelförmige, manchmal fast kugelige, bei kümmerlichen Exemplaren weniger gewölbte Querwand oder Columella von seinem Träger abgrenzt. (V, 20). Die Insertionslinie dieser in die Aussenwand liegt bei der in Rede stehenden Species stets etwas über dem Punkte, wo die kuglige Anschwellung des Trägers beginnt, letztere ist somit unter dem Sporangium zu einer breit-obconischen Apophyse verbreitert. Diese durchaus constante, auch nach dem Zerfallen des Sporangiums und an den kümmerlichsten

Exemplaren erkennbare Eigenthümlichkeit unterscheidet den Mucor stolonifer von den meisten mir bekannten Mucorinen, besonders Mucor Mucedo. Die Aussenwand des Sporangiums erscheint schon frühe ziemlich grob körnig-warzig, zuerst farblos, später diluirt schwärzlich blau (die Farbe von blasser Galläpfeltinte). Der Raum zwischen ihr und der Columella wird von einer wie es scheint homogenen, feinkörnigen, in reflectirtem Licht weissen oder blassgelblichen Protoplasmamasse ausgefüllt, welche, soweit dies bei der Dicke und Undurchsichtigkeit der Sporangien erkannt werden kann, simultan in zahlreiche, zu mehreren unregelmässig concentrischen Schichten geordnete Sporen zerfällt. Die Zahl dieser beträgt bei kümmerlichen Exemplaren nur etwa 20 bis 40, bei starken jedenfalls einige Hundert. Mit der Reife der Sporen nimmt das Sporangium eine (von den Sporenmembranen herrührende) schwarze Farbe an; die anfangs farblose, durch Jod und Schwefelsäure nie blau werdende Wand des Trägers und der Columella wird ziemlich beträchtlich verdickt, rigid, hellbraun oder diluirt blauschwarz, die Aussenwand des Sporangiums zerfällt, auch im nicht befeuchteten, völlig unversehrten Zustande; bringt man sie in Wasser, so vertheilen sich ihre Körnchen und Wärzchen in diesem, die hyaline Substanz, welche ursprünglich zwischen diesen liegt, wird völlig unkenntlich. Die Insertionslinie der Aussenwand bleibt, wie schon oben angedeutet wurde, über der Apophyse sichtbar (VII, 4).

Sporangium und Columella sind im feuchten Zustande prall angeschwollen und von der angegebenen Kugel- und Kuppelform. Bei Abnahme des Wassergehalts durch Verdunstung oder wasserentziehende Reagentien (Glycerin, Alkohol) collabiren beide miteinander, oder nach Abfallen des Sporangiums und der Sporen der Columella für sich allein, derart, dass sie die Form eines dem Träger aufsitzenden, stumpfrandigen Agaricushutes erhalten — eine Erscheinung, die bei allen uns bekannten Mucorinen wiederkehrt, vielfach beschrieben und missverstanden, und unseres Wissens zuerst von Fresenius klar dargestellt worden ist.

Die reifen Sporen (V, 21) sind kugelig oder breit oval, oft mit einer oder zwei spitzigen Kanten oder Ecken versehen. Ihre Grösse ist ziemlich ungleich in demselben Sporangium und etwa zwischen $\frac{1}{155}$ Mm. uud $\frac{1}{60}$ Mm. schwankend. Ein Grössenunterschied zwischen solchen die in kleinen oder die in kräftigen Sporangien gebildet sind, ist nicht zu bemerken. Sie besitzen einen homogenen farblosen Protoplasmakörper und eine dünne, aber deutlich in Endo- und Episporium gesonderte Membran. Jenes ist eine sehr zarte homogene farblose, das Protoplasma umschliessende Haut; das Episporium ist gleichfalls sehr dünn, aber fest, an der einzeln betrachteten Spore diluirt blaugrau gefärbt und mit

feinen meridianartig verlaufenden Streifchen gezeichnet, welche bei Behandlung mit Schwefelsäure deutlich als zarte nach aussen vorspringende Leistchen erkennbar sind.

Die Keimfähigkeit der Sporen dauert, soweit die Erfahrungen reichen, vom Augenblick der Reife an ohngefähr ein Jahr lang; viele sind nach Ablauf dieser Frist schon nicht mehr zur Keimung zu bringen. Auch die keimfähigsten Exemplare bleiben im Wasser unverändert, ebenso in reiner Rohrzuckerlösung. In Pasteurscher Lösung und auf den Körpern. welche der fruchttragende Pilz bewohnt, keimen sie bei hinreichender Feuchtigkeit leicht schon nach wenigen Stunden. Wie die Bedingungen so entsprechen auch die Entwicklungserscheinungen bei der Keimung den oben für Mucor Mucedo beschriebenen. Das Episporium wird von dem anschwellenden und die Keimschläuche direct austreibenden Endosporium gesprengt (V, 21).

Mucor stolonifer besitzt eine zweite Art von Fortpflanzungsorganen, nämlich Zygosporen, deren Bau und Entwicklung denen von Syzygites megalocarpus sehr ähnlich sind. Ihre Beschreibung kann daher mit Verweisung auf die in der ersten Reihe dieser Beiträge (pag. 74) von Syzygites gegebene kurz gefasst werden. Vorausgeschickt sei derselben die Angabe, dass die Zygosporen unseres Mucor in dem Freiburger botanischen Laboratorium von Herrn A. Janowitsch zuerst gefunden worden sind. (Vgl. Taf. VII.)

Ihre Bildung findet an cylindrischen, niederliegenden, unregelmässig verästelten Schläuchen statt, welche den Stolonen ähnlich von dem Mycelium ausgehen. Die Zweige derselben schieben sich ordnungslos zwischen- und übereinander und die Zygosporen entwickeln sich an ihren Berührungs- und Kreuzungsstellen. Hier treibt zuerst ein Schlauch eine kurze cylindrische seitliche Ausstülpung senkrecht gegen den andern; dieser treibt eine ebensolche da wo er von der ersten berührt wird. Beide Ausstülpungen erhalten alsbald gleiche, den Querdurchmesser der Schläuche zunächst nicht übertreffende Grösse, richten sich nahezu geradlinig gegeneinander und verwachsen miteinander fest in ihren breiten etwas abgerundeten Endflächen. Diese Verbindung beibehaltend vergrössert sich eine jede zu einer Copulations- oder Fruchtkeule, beide stellen zusammen einen spindelförmigen um die Berührungsfläche etwas eingeschnürten Körper dar, welcher quer zwischen den zwei copulirenden Schläuchen steht und diese in dem Maasse als er wächst von einander entfernt. Häufig biegen sich die Schläuche gegen die Keulen hin leicht knieförmig ein. (Fig. 2.)

Die Keulen erreichen eine bedeutende Grösse, sie bleiben zunächst mit ihren Trägern in offener Communication und von diesen aus strömt langsam reichliches Protoplasma in sie ein, welches entweder gleichförmig gelblich oder von grösseren gel-

ben Oeltropfen durchsät ist und, soweit dies entschieden werden kann, wenigstens den Gipfel der Keule vollständig ausfüllt. Beide Keulen eines Paares sind zunächst entweder gleich gross oder zeigen durchaus unbeständige Grössenunterschiede.

Zuletzt grenzt sich das gegen die andere gekehrte breite Ende jeder Keule von ihrem unteren kegelförmigen Theile (Suspensor) durch eine Querwand zur gerundet cylindrischen Fruchtzelle oder Copulationszelle ab. Die Querwand wird angelegt als ein ringförmige, sich zur kreisförmigen Lamelle centripetal verbreiternde und schliessende Leiste; die Abgrenzung der beiden Copulationszellen eines Paares erfolgte in den beobachteten Fällen nicht ganz gleichzeitig. In der weitaus grösseren Mehrzahl der Fälle sind beide Copulationszellen eines Paares ungleich gross: die eine so hoch wie breit, die andere nur etwa halb so hoch. Ein dieser Differenz entsprechender Grössenunterschied der beiden Suspensoren ist, wie schon aus dem oben angegebenen hervorgeht, zunächst nicht immer wahrzunehmen. (Fig. 3, 5—7.)

Die nächste Veränderung besteht darin, dass die Querwand zwischen beiden Copulationszellen, die den Endflächen der ursprünglichen Keulen entspricht, aufgelöst wird und verschwindet, und zwar wie bei Syzygites megalocarpus von der Mitte gegen den Rand hin fortschreitend. Beide Copulationszellen verschmelzen somit zu einer Zygospore. Diese hat zunächst eine tonnenförmige Gestalt. Ihre an die Suspensoren angrenzenden Endflächen sind eben oder leicht nach aussen gewölbt, ihre Seitenwand leicht convex, und die der Berührungsstelle der ursprünglichen Keulen entsprechende Einschnürung an derselben noch eine Zeit lang erkennbar; auch von der früheren Zwischenwand bleibt der peripherische Theil nicht selten in Form einer schmalen Ringleiste erhalten. Die Zygospore nimmt nun noch etwa um das zwei- bis dreifache im Volumen zu und erhält allmählich ziemlich regelmässige Kugelform, ihr Durchmesser beträgt zuletzt bei starken Exemplaren meist ⅙ Mm. bis ⅕ Mm. Individuelle Verschiedenheiten sind jedoch zahlreich, auch kommen nicht selten viel kleinere vor, welche die ursprüngliche Tonnenform beibehalten. Der Inhalt der Zygospore nimmt in gleichem Maasse wie das Volumen an Menge zu. Er bleibt immer eine dichte grobkörnige, und mit vielen grossen farblosen oder gelben Oeltropfen durchsetzte Protoplasmamasse. Die Anfangs einfache und farblose Membran der Zygospore verdickt sich beträchtlich und sondert sich wie bei Syzygites in zwei Häute: eine derbe, anfangs schwarzblaue zuletzt schwarzbraune und undurchsichtige Aussenhaut, die auf den Endflächen glatt, auf der Seitenfläche mit dicken stumpfen unregelmässigen, innen ausgehöhlten warzenförmigen Vorsprüngen bedeckt ist; und eine farblose, dicke geschichtete Innenhaut, welche wie

bei Syzygites auf der Seitenwand Warzen trägt, die in die Aushöhlungen der Aussenhaut eingepasst sind. Eine innerste dünne Schicht der Innenmembran ist von den übrigen besonders scharf abgesetzt (vgl. Fig. 4, 8, 9.)

Mit der Zygospore nehmen ihre beiden Suspensoren an Grösse zu und zwar in sehr ungleicher Weise. Der ursprünglich an die grössere Copulationszelle grenzende wächst nur wenig, behält kegelige Form und zarte farblose Membran. Der andere, der kleineren Copulationszelle entsprechende schwillt zu einer kugeligen der Zygospore oft nahezu gleich grossen Blase an, die dem tragenden Schlauche mittelst eines schmalen cylindrisch-kegelförmigen Stieles ansitzt, lange Zeit reichliches wandständiges Protoplasma enthält, und deren Membran erst diluirt blauschwarze, dann hellbraune Farbe und punktirtkörnige Oberfläche annimmt. In beiden Suspensoren, zumal dem grossen, tritt später oft, doch keineswegs immer eine Querwand auf, in beiden trocknet das Protoplasma zuletzt der Wand an.

Kleine schwächliche Zygosporen machen von der beschriebenen Regel oft in sofern eine Ausnahme, als zu keiner Zeit zwischen den beiden Suspensoren ein Grössenunterschied besteht.

Azygosporen, wie sie bei Syzygites häufig sind, wurden bei der in Rede stehenden Species unter Tausenden von Zygosporen niemals beobachtet.

Die Zygosporen kommen theils ganz vereinzelt, theils in grosser Zahl und dicht bei einander an ihren Tragfäden vor, und sind oft die einzigen von diesen entwickelten Fortpflanzungsorgane. Zuweilen treiben jedoch jene, gleichzeitig mit der Zygosporenbildung oder nachher, einzelne Sporangienträger von der oben beschriebenen typischen Beschaffenheit und manchmal treten diese dicht neben den Suspensoren auf. Fälle dieser Art, von denen einer in Fig. 4 abgebildet ist, sind geeignet um jeden etwaigen Zweifel an dem Zusammengehören von Sporangien und Zygosporen zu beseitigen.

Die ganze Entwicklung einer Zygospore ist innerhalb 24 Stunden vollendet; an kräftigen Exemplaren werden oft mehrere Tage lang immer neue von den neuentstehenden Zweigen der Tragfäden gebildet.

Ihre Keimung konnte bis jetzt nicht beobachtet werden, weder an frisch gereiften, noch an Exemplaren, welche einige Wochen, Monate und selbst über ein Jahr lang rein und trocken aufbewahrt worden waren.

Die Zygosporenbildung von Mucor stolonifer wurde beobachtet in den Monaten Mai, Juni und Juli bei heisser und warmer Witterung und in Culturen des Pilzes auf fleischigen, reifen und besonders unreifen Früchten (Kirschen, Stachelbeeren, Johannis-

beeren, Vogelbeeren) sowie auf Brot. Auf anderem Substrat und zur Winterszeit wurden nur Sporangien beobachtet.

. Erzieht man den Pilz aus seinen Sporen, so treten entweder zuerst Sporangienträger und Stolonen auf und später erst, unterhalb des von diesen gebildeten weissen Filzes, die zygosporenbildenden Fäden. Diese Succession fand sich in allen grösseren, an freier Luft oder unter geräumigen Glasglocken stehenden Culturen. Die Oberfläche bedeckt sich zunächst mit den erstgenannten Organen, und nachher treten unter diesen, zumal in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Frucht- oder Brotstückchen und auf der unteren Seite dieser die Zygosporen auf, theils für sich allein, theils mit einzelnen Sporangienträgern.

Umgekehrt trieb das Mycelium sofort zygosporenbildende Fäden, welche gleichzeitig mit den Copulationsorganen oder erst nach diesen einzelne Sporangienträger entwickelten, wenn die Culturen in einem engen abgeschlossenen Raume, theils in v. Recklingshausen's feuchter Kammer auf dem Objectträger[1]) theils in kleinen fest verschlossenen Reagenzgläsern gehalten wurden. Diese Beobachtungen machen es möglich, über die für die Zygosporenbildung förderlichen äusseren Bedingungen wenigstens eine Vermuthung zu begründen. Da der Pilz und das sich unter seiner Einwirkung zersetzende Substrat aus der umgebenden Luft Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure abgeben, so muss sowohl unter dem Geflecht von Sporangiumträgern und Stolonen der grösseren Culturen, als auch in dem abgeschlossenen engen Raume die Luft sauerstoffärmer werden als das atmosphärische Gasgemenge; und dieser Umstand dürfte, wahrscheinlich indem er den Oxydationsprocess in dem Pilze verlangsamt, der für die Zygosporenbildung massgebende sein, denn stoffliche Zusammensetzung des Substrats, Wasserzufuhr und wohl auch Temperatur waren in den offenen Culturen die gleichen wie in dem abgeschlossenen Raume.

Schliesslich mag noch auf eine physiologische Eigenthümlichkeit des Mucor stolonifer aufmerksam gemacht werden, nämlich den schon von Spallanzani[2]) erwähnten gänzlichen Mangel geocentrischer oder durch Lichteinwirkung verursachter Krümmungen. Die Stolonen verbreiten sich immer in der beschriebenen Weise über das Substrat und

---

[1]) Vgl Virchows Archiv, Bd. 28. 1863. p. 162. Eine auf dem Objectträger (am besten einer mattgeschliffenen und an der Aufsetzungsstelle gefetteten Glasplatte) fest aufsitzende, kurze weite Glasröhre, die oben mit dem Tubus des Mikroskops durch einen Kautschukschlauch so verbunden wird, dass Objectiv und Object zusammen in dem engen Raume eingeschlossen sind. Je nach Bedarf wird die Glasröhre mit feuchtem Löschpapier ausgekleidet.

[2]) Opusc. physiol. ed. Sénébier. Tom. II. p. 398.

die Sporangienträger stehen immer senkrecht, oder wenn mehrere divergirend von einem Stolonenende ausgehen, spitzwinklig zu seiner Oberfläche, bei jeder beliebigen Stellung und Beleuchtung, auch bei völligem Lichtabschluss. Die Sporangienträger von Mucor Mucedo zeigen dagegen sehr entschiedene geocentrische Aufwärtskrümmungen und Neigung ihres oberen Endes gegen einseitig einfallende Lichtstrahlen. Sie sind krümmungsfähig in jugendlichem Zustande, bis zur Bildung des Sporangiums. Ist diese vollendet, so strecken sie sich noch bedeutend in die Länge, oft noch um mehr als das doppelte der ursprünglichen Grösse, und mit der Streckung erlischt die Krümmungsfähigkeit.

Auf das Mitgetheilte beschränken sich unsere Beobachtungen über die Mucor stolonifer. Von den Organen, welche als dessen Pycniden, Conidien und Chlamydosporen durch Coemans [1]) beschrieben sind, haben wir die letztgenannten allerdings auch manchmal beobachtet, sie entsprachen den Brutzellen des Mucor Mucedo. Ueber die beiden erstgenannten Organe können wir zur Zeit noch kein sicheres Urtheil abgeben, möchten jedoch, nach den Darstellungen von Coemans, deren ausführliche Besprechung nicht hieher gehört, sehr bezweifeln, dass sie in der That normale Organe der in Rede stehenden Mucorinenspecies sind.

Es mag erlaubt sein, hier schliesslich einige Bemerkungen über den Systematik der Mucorinen anzuknüpfen.

Nachdem Zygosporen, wie sie lange Zeit für Syzygites megalocarpus allein bekannt waren, auch bei Mucor stolonifer aufgefunden sind, ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass diese, oder ihnen entsprechende Organe allen Mucorinenspecies zukommen. Bei der nahen Verwandtschaft der Mucorinenformen untereinander, und bei der offenbaren Analogie sowohl ihres Entwicklungsganges mit dem der Peronosporeen und Saprolegnieen, als auch ihrer Zygosporen mit den Sexualorganen dieser Familien, liegt dieses zu sehr auf der Hand, um ausführlicher Auseinandersetzung zu bedürfen. Für die Systematik thut es daher gegenwärtig vor allem Noth, die Zygosporen der einzelnen Arten aufzusuchen; erst wenn dieses in einiger Ausdehnung geschehen ist, wird von einer sicheren Umgrenzung der Arten und Gattungen die Rede sein können.

---

[1]) Spicilège mycolog. No. 7. Bull. Acad. roy. Belg. 2e Sér. T. XVI.

Hält man sich an die gegenwärtig bekannten Thatsachen, so umfasst die Mucorinengruppe wie mir scheint zwei oder drei Gattungen: Mucor, Pilobolus, und vielleicht Azygites (Tulasne, Carpolog. I p. 64). In die erste sind zu vereinigen die Genera Ascophora, Pleurocystis Bon., Thamnidium, Chaetocladium, wie theils aus Obigem hervorgeht, theils von Anderen, zumal Fresenius und Coemans längst anerkannt ist. Auch Hydrophora gehört hierher, wenn man nicht mit Bonorden unter diesem Namen die Mucorformen absondern will, welche statt der gewölbten Columella eine kleine ebene Querwand als Basis des Sporangiums haben. Auch Phycomyces Kunze ist, nach dem Urtheil von Berkeley und nach den Kunze'schen Originalexemplaren, einstweilen hierher zu stellen. Andere Formen, wie Thelactis Mart., Diamphora, Melidium, Helicostylum Cord. u. s. w. sind am besten vorläufig ganz in Suspenso zu lassen. Auch von Mortierella Coemans (Spicilége No. 4) mag es dahingestellt bleiben, ob sie der Typus einer besonderen Gattung oder nur eine ausgezeichnete Mucor- resp. Hydrophora-Species ist. Aber auch Ehrenbergs Syzygites megalocarpus und Rhizopus nigricans müssen nach den dermaligen Kenntnissen in die Gattung Mucor gestellt werden, denn sie haben mit den typischen Formen dieses Genus, wie Mucor Mucedo, den einzigen durchgreifenden Gattungscharacter, die Structur der Sporangien vollkommen gemein und sind nur durch besondere Gestalt und Verzweigungsweise ausgezeichnet, welch letztere bei Rhizopus nicht einmal ganz constant ist. Erst fernere Untersuchungen müssen lehren, in wie weit diese Genera bestehen oder restituirt werden können.

Was die Arten von Mucor betrifft, so muss ihr Studium von vorne angefangen werden, denn von den vorhandenen Beschreibungen ist der grösste Theil entweder unvollständig, oder hebt inconstante und unwesentliche Erscheinungen als Speciescharactere hervor. Zur Zeit dürften folgende Arten unterscheidbar sein:

1) Mucor Syzygites (Syzygites megalocarpus Ehr.)

2) Mucor stolonifer Ehrb. Silv. myc. = Rhizopus nigricans Ehr. = Ascophora Mucedo Tode. Nach Corda's Beschreibungen und Abbildungen ist es kaum zweifelhaft, dass Ascoph. Mucedo Cord., A. nucuum Cord., A. Todeana C., Rhizopus nigricans Cord. zu dieser Art gehören.

3) Mucor Mucedo Fresenius. Hierzu gehören, wie oben gezeigt wurde, M. elegans Fr., Thamnidium, Ascophora elegans Link, Corda. Botrytis, Chaetocladium Jonesii Berk. et Br. Ferner wohl ohne Zweifel M. racemosus Fresenius — Formen, welche diesem genau entsprechen, sind in den Culturen auf Objectträgern häufig —, wohl auch M. bifidus Fres. Ferner dürfte ohne Fehler hierher zu stellen sein das Meiste, was

beschrieben ist als M. stercoreus, nebst den verschiedenen nach den einzelnen Kothsorten bezeichneten Arten, Corda's Ascophora fructicola, A. subtilis, A. Candelabrum. A. Florae, A. stercorea, A. Rhizopogonis u. s. f.

4) M. Phycomyces Berkeley (Outlines p. 28 u. 407) = Phycomyces nitens Kunze Mycol. Hefte. Mir nur in den defecten Originalexemplaren des Kunze'schen Herbars bekannt. Ausgezeichnet durch die colossal grossen, wenn reif und trocken glänzend schmutziggrünen Sporangienträger und Columellen. Auf Fässern und Mauern in Oelmühlen und auf Fettfässern nach Berkeley nicht selten vorkommend.[1])

5) M. macrocarpus Corda, Icon. II. p. 21 und

6) M. fusiger Lk. sind sehr scharf unterschiedene Arten. Beide sind nur auf faulenden Agaricis, zumal Mycenen (Ag. purus P. galericulatus, laevigatus) beobachtet. zu einem von beiden (nach Fries, nicht aber nach der Originaldiagnose zu M. fusiger) gehöhrt Ehrenbergs (Silv. mycol. p. 25) M. rhombosporus. Beide haben stattliche, straffe, einfache oder unten einzelne Zweige treibende, am Grunde spindel- oder zwiebelförmig aufgetriebene Sporangiumträger (M. macrocarpus stärkere als die andere Art), grosse kugelige, mit der Reife schwarze Sporangien, und grosse spindelförmige Sporen. Sie unterscheiden sich von einander durch die Beschaffenheit der letzteren und des Myceliums. Die reifen Sporen von M. macrocarpus sind breit spindelförmig, meist $\frac{1}{24}$—$\frac{1}{21}$ Mm. lang, in der Mitte $\frac{1}{63}$—$\frac{1}{54}$ Mm. breit (Abweichungen von der durchschnittlichen Grösse kommen, wie bei allen Mucorinen vielfach vor), ihre Enden ziemlich spitz, ihr Episporium gelbbraun und glatt. Das reich verzweigte Mycelium dieser Species vegetirt nur im Innern des von ihm befallenen Schwammes, die Fruchtträger treten wie dicke Borsten über die glatte Oberfläche des letztern hervor. (Vergl. Corda's Abbildungen Icon. Fung. II Fig. 84) Die Sporen von M. fusiger sind schmal spindelförmig (Länge etwa $\frac{1}{20}$ Mm., grösste Breite $\frac{1}{85}$ Mm.), an den Enden stumpf und mit glattem graublauem Epispor versehen. Das Mycelium vegetirt auf der Oberfläche des befallenen Agaricus und zwar, soweit meine Erfahrung reicht, auf und zwischen den Lamellen. Es stellt daselbst einen lockern, in der Jugend weissen, nach der Reife nebst den Sporangiumträgern grauviolett und braun werdenden Filz dar.

Ueber die zahlreichen anderen Formen, welche besonders in feuchten Waldungen auf faulenden Körpern aller Art vorkommen, wird erst durch fernere Beobachtungen ein Urtheil möglich werden.

[1]) Hantzschia Phycomyces Auerswald in Rabenh. Fung. Europ. 441 hat mit Kunze's Phycomyces nichts gemein. Ihres Autors Bedauern über das Fehlen der Kunze'schen Art in Kunze's Herbar ist, wie das oben Gesagte zeigt, unbegründet.

Zur Kenntniss der Peronosporeen.

(Tafel VIII).

I. Die Conidienbildung von Peronospora infestans.

(Fig. 1 bis 9.)

Die überaus zahlreichen Beschreibungen des Kartoffelpilzes — Peronospora infestans Mont. — haben zwar sämmtlich die Frage nach seinen Geschlechtsorganen unbeantwortet gelassen, im übrigen aber so Ausführliches und Uebereinstimmendes angegeben, dass wohl niemand von einer neuen Untersuchung ein nennenswerthes Resultat erwarten wird.

In Beziehung auf die Geschlechtsorgane kann ich zur Zeit dem in meiner ausführlichen Arbeit über die Peronosporeen (Ann. sc. nat. 4. Sér. Tom. XX) Gesagten, auf welches ich hier verweise, nichts hinzufügen. Dagegen haben fortgesetzte Untersuchungen eine Eigenthümlichkeit in der Entwicklung der conidientragenden Zweige auffinden lassen, welche der Mittheilung nicht unwerth sein dürfte.

Man kann den Entwicklungsverlauf dieser Organe lückenlos beobachten, wenn man den Pilz in einem wasserdunstgesättigten Raum auf dem Objectträger des Mikroskops cultivirt. Zu diesem Behufe kann man von dem massigen Mycelium, welches sich auf der Schnittfläche feucht gehaltener kranker Knollen entwickelt, nehmen. Cultivirt man es auf dem feuchten Objectträger, so treibt es leicht einzelne conidientragende Aeste oder setzt die Entwicklung vorhandener fort. Am besten aber schneidet man aus einer kranken Kartoffel einen bis einige Millimeter dicke eckige Plättchen des myceliumhaltenden Gewebes aus und bringt diese, mässig befeuchtet, in den feuchten Raum unter das Mikroskop. Nach einiger Zeit treibt das intercellulare Mycelium allenthalben über die freie Oberfläche tretende Conidienträger. Diese stellen sich immer senkrecht zur Oberfläche, ohne geocentrische oder Lichtkrümmung. Von den verticalen Flächen aus ragen sie daher in horizontaler Stellung frei in die Luft und können somit in Profilansicht auf hellem Gesichtsfeld genau beobachtet werden. Um sicher zu gehen ist es nothwendig, die Culturen ganz ruhig in dem feuchten Raume liegen zu lassen, denn die Entwicklung der Conidienträger oder einzelner Aeste derselben

steht häufig für immer still, wenn sie auch nur vorübergehend in trockne Luft gebracht werden, in welcher sie wie andere Pilzfäden collabiren und sich um die eigene Längsaxe drehen: sie wird oft selbst durch leise Erschütterungen, wie die Berührung durch einen benachbarten Conidienträger, ein für allemal sistirt. (Vergl. die Erklärung von Figur 2).

Der Conidienträger tritt über die Oberfläche des Substrats in Form eines straffen cylindrischen Schlauches mit stumpf abgerundetem Ende. Sein Längenwachsthum schreitet rasch fort; nach einiger Zeit wird durch eine allmähliche Verschmälerung des Endes das bevorstehende Stillestehen des Längenwachsthums angezeigt. Etwas unterhalb des verschmälerten Endes treten dann, als kleine Aussackungen, die Anfänge der Seitenzweige auf, deren Zahl bekanntlich in der Regel zwei bis drei beträgt. Sie erscheinen rasch nacheinander, aber doch in sehr deutlich basifugaler Folge. Jeder Zweig wächst schnell zu pfriemenförmig spitzer Form heran, das über dem obersten befindliche Ende des Hauptstammes streckt sich gleichzeitig zu der nämlichen Gestalt aus: die zwischen den Zweigen liegenden Stücke des Hauptstammes dehnen sich gleichzeitig noch um weniges in die Länge. (Fig. 1.)

Nach Vollendung aller Längsstreckung beginnt die Entwicklung einer Conidie auf der Spitze des Hauptstammes sowohl wie jedes Zweiges; alle diese Spitzen, wie sie der Kürze halber genannt werden mögen, zeigen fernerhin gleiches Verhalten. Die Conidienbildung beginnt auf der untersten und schreitet allmählich auf die nächsthöhern fort, doch ist die Anlage der obersten Conidie höchstens 10 Minuten später als die unterste vorhanden, die weiteren Entwicklungserscheinungen erfolgen, wenn nicht Störung eintritt, an allen Spitzen genau oder nahezu gleichzeitig. Die Entwicklung der Conidien selbst ist bekannt: auf jeder Spitze erscheint eine anfangs kleine, kugelige, protoplasmaerfüllte Anschwellung, welche zu der Grösse und ovalen oder citronenförmigen Gestalt der Conidie heranwächst und sich dann durch eine Querwand abgliedert. Diese liegt etwas unterhalb der Anschwellung, so dass das oberste Ende der Spitze mit abgegliedert wird, als ein kurzes die Conidie tragendes Stielchen.

Die Conidie steht zuerst vertical auf ihrem Träger, ihre Längsachse setzt die des Letzteren fort. Sobald ihre Abgliederung vollendet ist, sieht man sie eine Schwenkung machen, um aus der verticalen Stellung rasch d. h. binnen 8—10 Minuten, in eine horizontale, zu dem Träger rechtwinkelige überzugehen. Die Schwenkung kömmt, wie geeignete Präparate zeigen, dadurch zu Stande, dass die Spitze dicht unter der

Ansatzstelle der Conidie auf einer Seite in die Länge wächst und sich etwas aussackt, auf der anderen nicht; die Conidie wird hierdurch auf die nicht wachsende Seite geschoben und kömmt alsbald neben das Ende der Spitze zu stehen (Fig. 5 bis 8). Dieses fährt nun fort in die Länge zu wachsen, nimmt wiederum pfriemenförmige Gestalt an, während zugleich neben der Ansatzstelle der Conidie eine schmal flaschenförmige Anschwellung des Trägers entsteht. Nach Verlängerung um 1 — 2 Conidienlängen erzeugt jede Spitze wiederum eine neue Conidie, genau auf die gleiche Weise wie die erste, und der nämliche Process kann sich nun noch mehrmals, bei sehr üppigen Exemplaren auf Knollen bis zu 8, 10 und 16mal wiederholen. Aeltere intacte Conidienträger zeigen daher ihre Aeste mit 2, 3 bis 16 horizontal abstehenden Conidien in regelmässigen Abständen besetzt, neben der Ansatzstelle einer jeden flaschenförmig angeschwollen, auf den Enden eine in Bildung begriffene Conidie, sämmtliche Aeste und das Ende des Hauptstammes in gleicher Entwicklung und mit gleicher Conidienzahl (Fig. 2—4). So lange die Bildung neuer Conidien erfolgt, ist der Träger von Protoplasma erfüllt, mit dem Auftreten der letzten ist dieses grösstentheils verschwunden. In der Stellung, welche die horizontalen Conidien eines Astes zu einander einnehmen, ist keine bestimmte Regel zu erkennen. Manchmal stehen alle in einer Reihe übereinander, andere Male alterniren sie regelmässig mit Divergenz von 180°, oft stehen sie unregelmässig nach verschiedenen Seiten gewendet.

Sowie eine Conidie ihre Schwenkung gemacht hat, ist sie der Oberfläche ihres Trägers nur angeklebt. In dem Stielchen ist zur Zeit der Reife die Membran bis zum Verschwinden des Lumens verdickt und dabei entweder nur an der Basis oder in dem ganzen untern und axilen Theile des Stieles von gallertiger Beschaffenheit, in Wasser sofort bis zur Unkenntlichkeit quellend. Trocken oder bei vorsichtiger Behandlung mit Alkohol sitzt daher die Conidie ihrem Träger an; in einigermassen feuchtem Zustand fällt sie bei leiser Erschütterung leicht ab, nach Befeuchtung mit Wasser sind sofort alle reifen Conidien abgelöst, nur die unentwickelten bleiben auf dem Scheitel der Tragzweige sitzen.

Diesen letzteren Zustand schildern alle bisherigen Beschreibungen der Peronospora infestans. Die Fehler derselben finden in dem Mitgetheilten ihre Berichtigung.

Die successive Entwicklung von zwei bis drei und selbst vielen Conidien auf jedem Tragzweige, welche angezeigt wird durch die bisher unverstandenen flaschenförmigen Auftreibungen und den reichlichen Protoplasmagehalt offenbar älterer Conidienträger, unterscheiden Peronospora infestans von allen ihren bisherigen Gattungsge-

nossen. Bei diesen wird, wie ich an Peronospora parasitica, Alsinearum, effusa bei Cultur im feuchten Raume auf dem Objecttische direct beobachtet habe, nur eine Conidie auf jeder Spitze gebildet, jene Anschwellungen fehlen, und nach der einmaligen Conidienentwicklung ist das Protoplasma aus dem Träger ganz oder grösstentheils verschwunden. Peronospora infestans dürfte hiernach vielleicht den Typus einer besonderen Gattung der Peronosporeen darstellen.

II. Keimung der Oosporen von Peronospora Valerianellae.

(Figur 10 bis 13.)

In der oben citirten Entwicklungsgeschichte der Peronosporeen habe ich die Keimung der Oosporen von Cystopus candidus beschrieben, welche darin besteht, dass die Oospore zu einem vielsporigen Zoosporangium wird. Versuche, die Oosporen anderer Arten zur Keimung zu bringen, sind mir mehrfach misslungen, erst neuerdings glückte es, den Vorgang bei Peronospora Valerianellae zu beobachten.

Die untersuchten Oosporen waren im Juni 1864 in den Blättern von Valerianella olitoria gereift. Letztere wurden einige Zeit trocken liegen gelassen, am 23. Juli auf feuchtes Löschpapier gelegt. Es trat langsame Fäulniss der Blattsubstanz ein, aber bis zum 6. August keine Keimung der Oosporen, auch nicht solcher, die aus den macerirten Blättern herauspräparirt und auf reine feuchtgehaltene Objectträger gebracht wurden. Am 6. August liess ich die ziemlich grosse Menge freipräparirter, von dem zersetzten Blattgewebe möglichst gereinigter Oosporen auf den Objectträgern eintrocknen. Erst am 20. October wurden sie wieder befeuchtet. Bei täglicher Musterung war in der nächsten Zeit keine weitere Veränderung zu bemerken, als die, dass das Protoplasma in vielen Oosporen trüber, undurchsichtiger zu werden schien. Am 1. November waren viele Keimungen vorhanden: das Episporium der keimenden Exemplare war an irgend einer Stelle gesprengt und aus dem klaffenden Riss trat ein dicker, stumpfer, in einem Falle (Fig. 11) kurz-gabeliger Schlauch hervor, dessen Länge allerhöchstens dem Durchmesser der Oospore gleichkam. Die zarte in die innerste Schichte des Endosporiums übergehende Cellulosemembran des Schlauches umschliesst homogenes, wenig körniges Protoplasma, während der Sporenraum durch zahlreiche Körner (Fett?) undurchsichtig ist. Auf dem Objectträger entwickelte sich keiner der Keimschläuche weiter. Binnen 24 Stunden waren alle, auch die an den folgenden Tagen auftretenden, an der Spitze geplatzt, der Inhalt theils entleert, theils im Inneren zu formlosen Klumpen zusammengeballt, gleichviel ob die Oosporen unter Wasser gehalten oder nur angefeuchtet worden waren.

Auf die befeuchtete Oberfläche von Blättern der Valerianella gebracht, wuchsen

dagegen die Keimschläuche gewaltig in die Länge und trieben nach allen Seiten hin zahlreiche lange, wiederum verästelte Zweige. Das Protoplasma der Oosporen rückt in die Schläuche ein, jene sind alsbald nur von wasserheller Flüssigkeit, höchstens noch unter der Basis des Schlauches von Protoplasma erfüllt. Die Schläuche selbst enthalten zahlreiche Vacuolen, und sind oft auf lange Strecken grösstentheils wasserhell. Die Gestalt der Schäuche ist unregelmässig cylindrisch, die Enden stumpf, oder bei alten Exemplaren manchmal blasig oder varicös aufgetrieben. Die Enden lagen immer der Blattoberfläche an, ein Eindringen derselben konnte ich jedoch, theilweise weil das Untersuchungsmaterial bald zu Ende ging, nicht beobachten. Die Membran der Schläuche zeigte, gleich dem Endosporium, in Jod und Schwefelsäure und Chlorzinkjodlösung schöne Blau- und Violettfärbung. (Vgl. Fig. 12, 13).

Wenn die mitgetheilten Beobachtungen auch noch nicht ganz abgeschlossen sind, so geht aus ihnen doch mit Bestimmtheit hervor, dass die durch Fäulniss ihres Wirths frei gewordenen reifen Oosporen der Peronospora Valerianellae nach mehrmonatlichem Ruhezustand keimen, dass der Anfang der Keimung auf jeglichem feuchten Substrat eintritt, die Weiterentwicklung der Keimanfänge aber auf anorganischem Boden nicht stattfindet. Es ist ferner unzweifelhaft, dass die Oosporen keine Schwärmsporen entwickeln, sondern, unter den bezeichneten Bedingungen, langästige, dem Mycelium der Species durchaus ähnliche Keimschläuche. Dass diese unter günstigen Bedingungen wiederum ins Innere der Nährpflanze eindringen, um hier zum fruchttragenden Mycelium heranzuwachsen, wird gleichfalls mit Sicherheit angenommen werden dürfen, und nicht minder, dass die beschriebene Keimung der Oosporen allen denjenigen Peronospora-Arten zukömmt, welche mit P. Valerianellae die Gruppe bilden, die ich als Effusae bezeichnet habe.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Fig. 1—16. Mucor Mucedo.

Fig. 1—13. Von Culturen auf Mist.

Fig. 1. (Vergr 195) Derbwandiges Sporangium, durch Druck gesprengt, ein Theil seiner Sporen ausgetreten daneben liegend.

Fig. 2. Sporen aus dem Sporangium von Fig. 1, *a* 610fach vergr., *b* und *c* keimende, 24 Stunden nach Aussaat auf Pferdemist, 195fach vergr.

Fig. 3 bis 9. Sporangiumtragende Zwergexemplare, aus Sporangiumsporen (*sp.*) erwachsen, 48 Stunden nach Aussaat letzterer. Myceliumfäden septirt. Fig. 4 *a* und *b* unentwickeltes Sporangium. Die übrigen reif; in Fig. 6 und 7 keine Querwand an der Basis des Sporangiums. Fig. 3, 4a, 6, 8 bei 110facher, Fig. 4b, 5, 7 bei 540facher Vergr. gezeichnet.

Fig. 10 bis 12. Sporangien von derselben Aussaat, mit deutlicher, doch kleiner Columella. 11, 12 mit körniger Wand, die bei 12 in Körnchen zerfällt, 10 mit derber, glatter, in Wasser nicht zerfallender Wand. *s* Sporen. Vergr. 310.

Fig. 13. Junger Wirtel von sporangiolentragenden Zweigen. Vergr. 100.

Fig. 14—16. Auf Hühnereiweiss cultivirte von Itzigsohn mitgetheilte Form.

Fig. 14. (Vergr. 200). Reifes terminales Sporangium. Unterhalb ein dichotomer Seitenast mit noch unentwickelten kleineren Sporangien.

Fig. 15. (Vergr. 200). Violette Columella eines reifen, entleerten Sporangiums.

Fig. 16. (Vergr. etwa 120) Terminales grosses Sporangium und kleine, mit kleiner Columella und 40—50 Sporen versehene, auf zwei gegenständigen dichotomen Seitenästen.

Fig. 17—19. Piptocephalis Freseniana. (Vergr. 390).

Fig. 17. Enddichotomien eines reifen Exemplars. Die Basidien an zwei Enden noch aufsitzend, an den übrigen abgefallen. Fig. 18. Abgefallene Basidien. a von der Seite, b von oben gesehen. Fig. 19 abgefallene Sporen.

Fig. 20—22. Mucor stolonifer.

Fig. 20. (Vergr. 90). Junges Sporangium, nach Anlegung der Sporen, in Glycerin; optischer Längsschnitt, von der Oberfläche ist nur die quere Insertionslinie der Aussenwand gezeichnet.

Fig. 21. (Vergr. 390). Reife Sporen in Wasser, zwei ausgeführt, die übrigen nur im Umriss. Fig. 22 (Vergr. 390). Keimende Sporen, 18 Stunden nach Aussaat in Fruchtsaft. *a* angeschwollen, Episporium gesprengt; *b* Keimschlauch treibend.

Tafel VI.

Mucor Mucedo.

Fig. 1. (Etwa 20fach vergr.). Aestiger Sporangiumträger, mit terminalen grossen Sporangien und an einem Hauptaste 5 sporangiolentragenden Wirteln.

Fig. 2. (Vergr. 200). Ende eines dichotomen Sporangiolenzweiges. 4 Sporen in jedem Sporangiolum.

Fig. 3, 4. (Vergr. 390). Sporangiolumsporen, noch in ihrem Behälter, keimend in diluirter Zuckerlösung.

Fig. 5—10. Sporangien- und sporangiolentragende Fäden aus den Sporangiolensporen (*sp.*) auf dem Objectträger in Zuckerlösung erzogen.
Fig. 8 200-, die übrigen etwa 100fach vergr.

Fig. 11. (Vergr. 90). Conidientragender Faden: Botrytis Jonesii Berk. Von den 6 Hauptästen des Wirtels sind, der Deutlichkeit halber, 2 nicht ausgeführt. *a* Aeste erster, *b* zweiter, *c* dritter, *d* vierter Ordnung.

Fig. 12. (Vergr. 200). Stück eines Conidientragenden Astes. Buchstaben wie bei Fig. 11.

Fig. 13. (Vergr. 390). Zweig dritter Ordnung eines Conidienträgers, mit einer Basidie (statt einer Borste) endigend.

Fig. 14 und 15. Basidien nach Ablösung der reifen Sporen. Vergr. 390.

Fig. 16. (Vergr. 200). Reife, abgefallene Conidien, trocken betrachtet.

Fig. 17. (Vergr. 200). Solche 12—18 Stunden nach Aussaat in verdünnten Traubensaft.

Fig. 18. (Vergr. 200) Conidie von derselben Aussaat wie Fig. 17, 6 bis 8 Stunden später, Keimschläuche treibend.

Fig. 19, 20. (Vergr. 195). Conidien in gekochtem Miste keimend.

Fig. 21, 22. (Vergr. 195). Mycelium mit terminalen, einzelnen und reihenweise verbundenen Brutzellen; Fig. 22 in 10procentiger Traubenzuckerbildung unter dem Deckglase erzogen.

Tafel VII.

Mucor stolonifer.

Fig. 1. (schwach vergr.). Verzweigung der Stolonen; schwaches Exemplar. *a* Stolo erster, *b* Stolonen zweiter Ordnung *s* Sporangienträger (*s** ein verkrüppelter) *w* Wurzelhaare. Nach einem in Glycerin liegenden Präparate.

Fig. 2. (Vergr. 90). Gruppe copulirender Fäden, völlig intact, von einer Cultur im feuchten Raume auf dem Objecttisch.

Fig. 3. (Vergr. 90). Fruchtkeulenpaar, im feuchten Raume beobachtet. *a* um 8 Uhr, *b* um $10\frac{1}{2}$ Uhr Vormittags.

Fig. 4. (Vergr. 90). Reife Zygospore. Neben dem kleinen Suspensor ein, neben dem grossen zwei Sporangiumträger. Sporangien und Sporen schon zerfallen, Columellen allein übrig.

Fig. 5 bis 7. (Vergr. 195). Fruchtkeulenpaare in Glycerin durchsichtig gemacht, und Protoplasma zum

Theil von der Membran zurückgezogen. In 5 Abgrenzung der einen Copulationszelle beginnend; 6. beide gebildet; 7. Copulation nahezu fertig, nur noch ein dünner Ring von der Scheidewand übrig.

Fig. 8. (Vergr. 195). Halbreife, sehr kleine und flachwarzige Zygospore, in Glycerin.

Fig. 9. (Vergr. 195). Endosporium einer reifen Zygospore, frei präparirt.

Tafel VIII.

Fig. 1—9. Peronospora infestans.

Fig. 1. (Vergr. etwa 50). Successive Entwicklungszustände eines Conidienträgers der im Gesichtsfeld des Mikroskops cultivirt wurde. Die Beobachtung begann 7 Uhr 45 Minuten Vormittags. Die Beobachtungszeit (Stunde und Minute) bei jeder Figur angegeben. Von 3 Uhr an trat keine Veränderung mehr ein.

Fig. 2. (Vergr. etwa 50). Aehnliche unter dem Mikroskop direct beobachtete Entwicklungsreihe eines Conidienträgers. Beobachtung um 10 Uhr 30 beginnend. Nach 8 Uhr Abends keine Weiterentwicklung. An die Conidie x legte sich nach 10 Uhr 30 ein Zweig von einem benachbarten Träger an; hiermit war ihre und ihres Tragzweiges Entwicklung sistirt.

Fig. 3. (Vergr. gegen 90). Conidienträger mit je 6 Conidien, trocken betrachtet.

Fig. 4. Im Wachsen begriffener Träger, im feuchten Raume beobachtet. 195mal vergrössert.

Fig. 5—9. Verschiedene Stadien der Conidienentwicklung, nach in Alkohol liegenden Präparaten bei 390facher Vergr. gezeichnet.

Fig. 10. Peronospora Valerianellae. Vergr. 390.

Fig. 10, 11. Oosporen im Beginn der Keimung auf dem Objectträger.

Fig. 12. Oospore mit reichverzweigtem Keimschlauch, von der Aussaat auf Blätter der Valerianella.

Fig. 13. Torulöses Zweigende von einem anderen Keimschlauch.



H. L. Brönner's Druckerei in Frankfurt a. M.



Lith. Anst. von Conr. Haas in Frankfurt a/M.

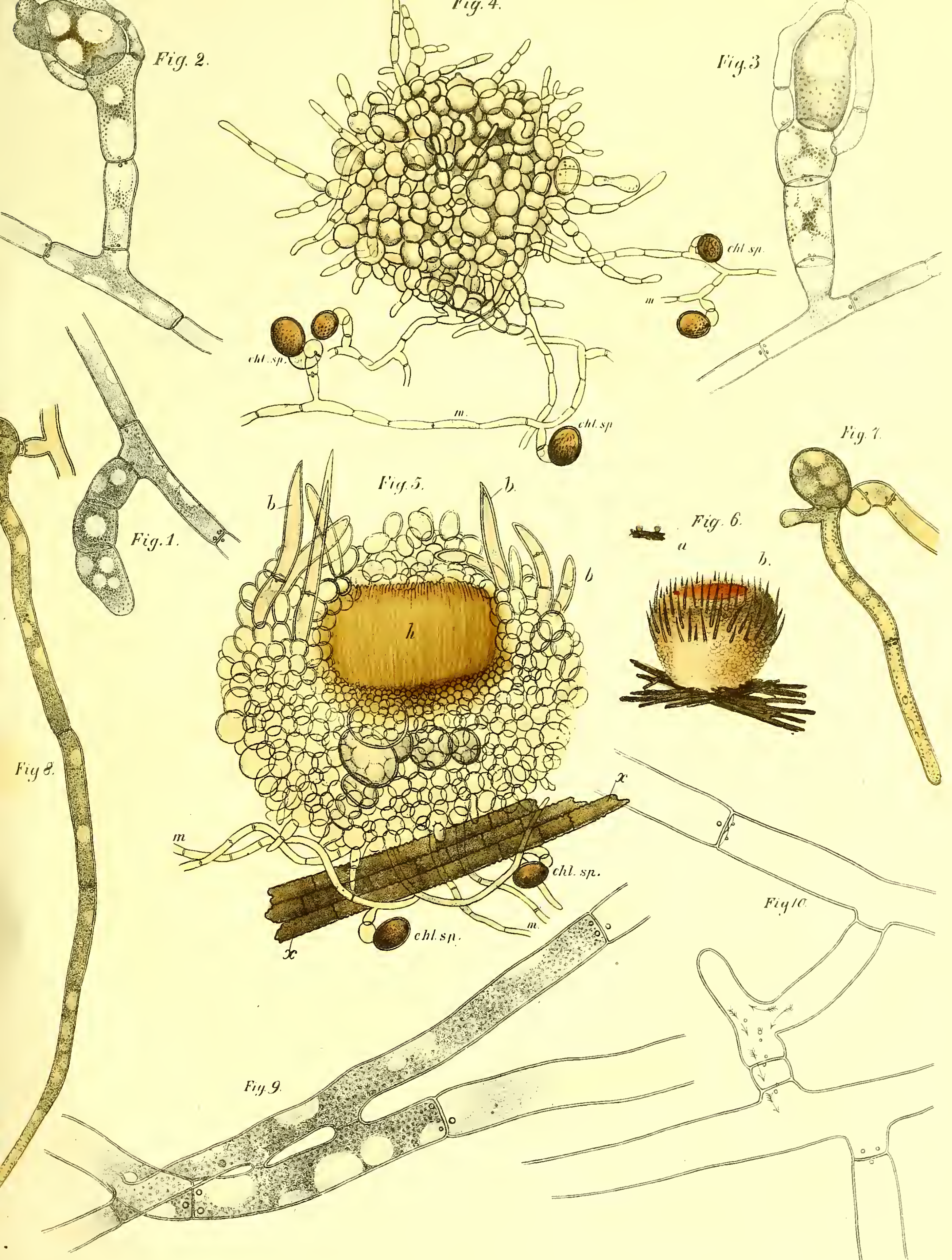

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3
Fig. 4.
chl. sp.
m
m.
chl. sp
Fig. 5.
b.
b
h
x
chl. sp.
chl. sp.
m.
m
Fig. 6.
a
b.
Fig. 7.
Fig 8.
Fig. 9.
Fig 10.
Lith. Anst. von Conr. Haas. in Frankfurt a/M.

Fig. 1.

b

b

b

m

m

m

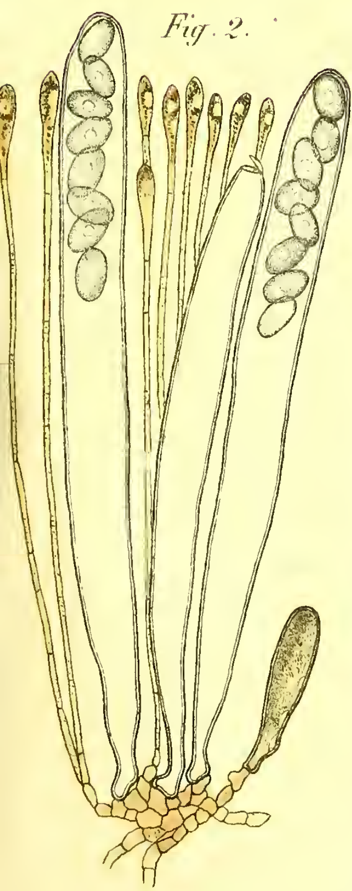


Fig. 2.

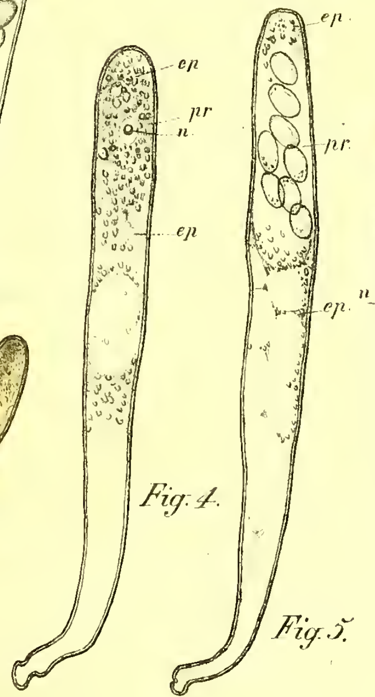


Fig. 4.

Fig. 5.

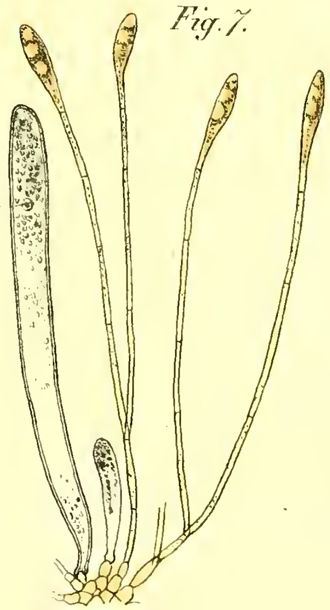


Fig. 7.

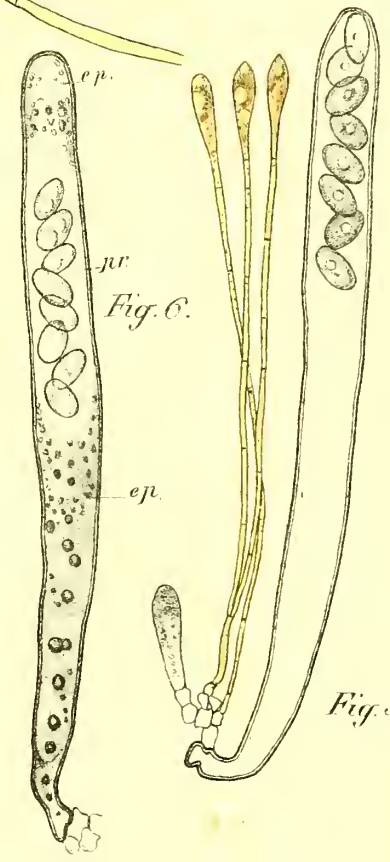


Fig. 6.

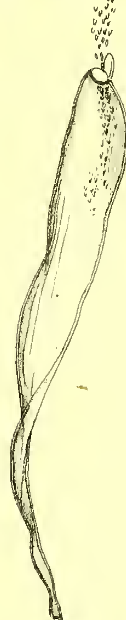
Fig. 3.

Fig. 1.













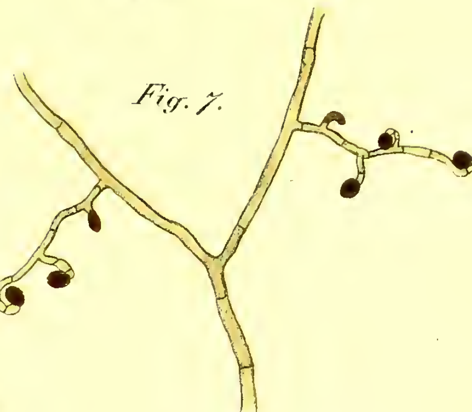
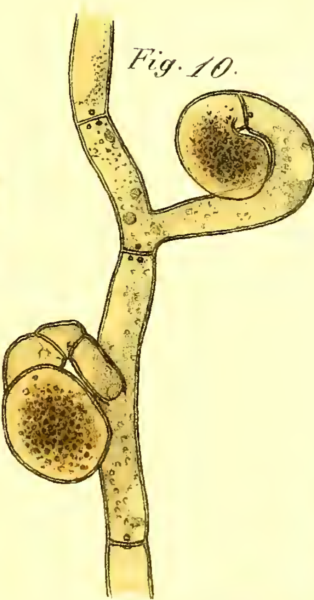
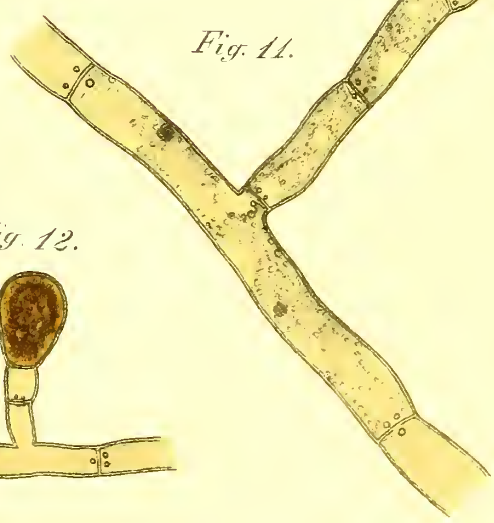
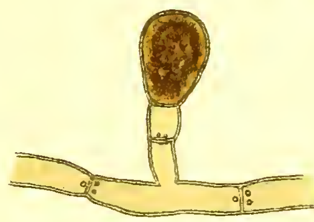


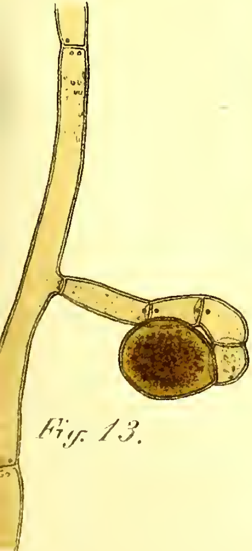


Fig. 9.



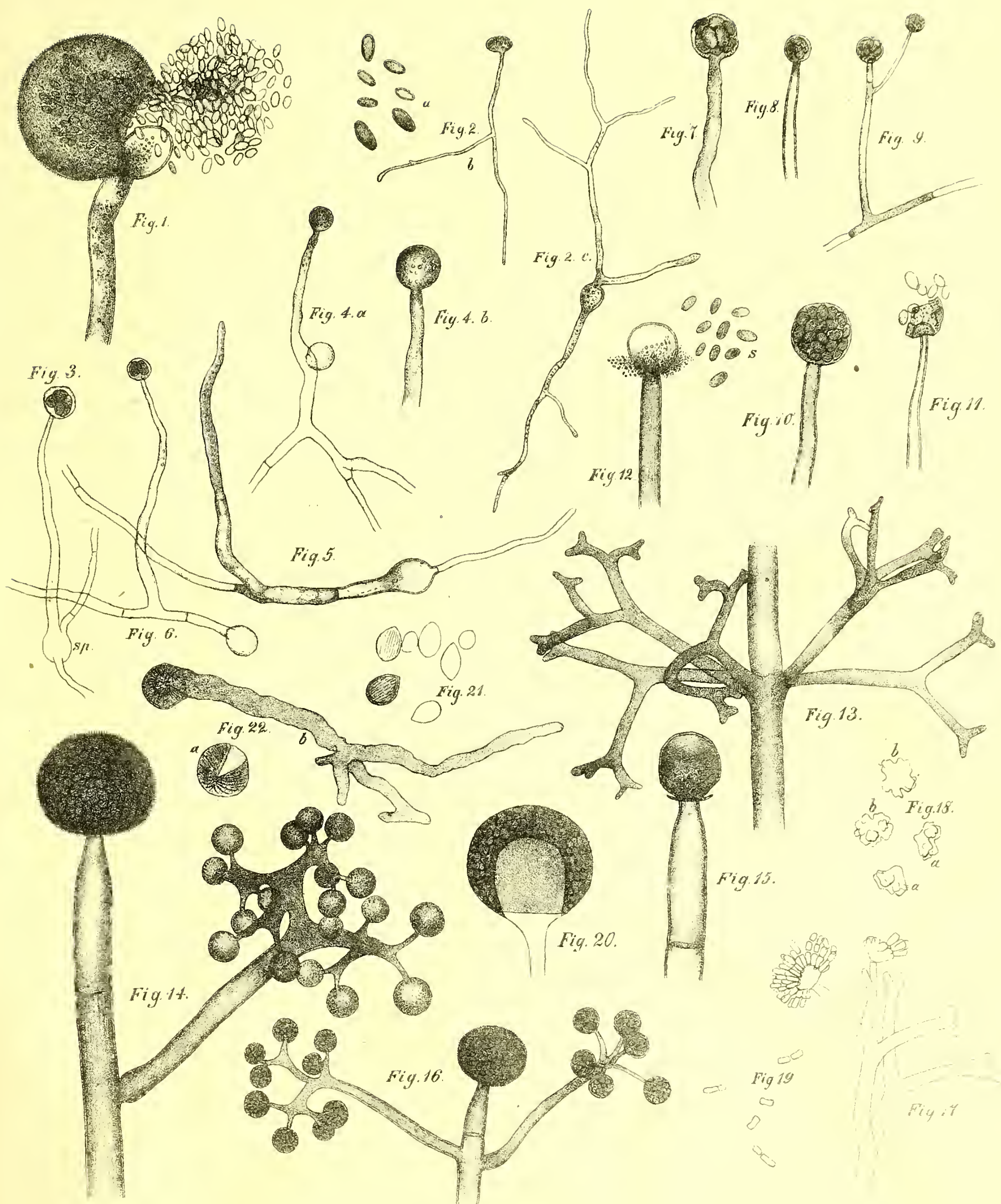


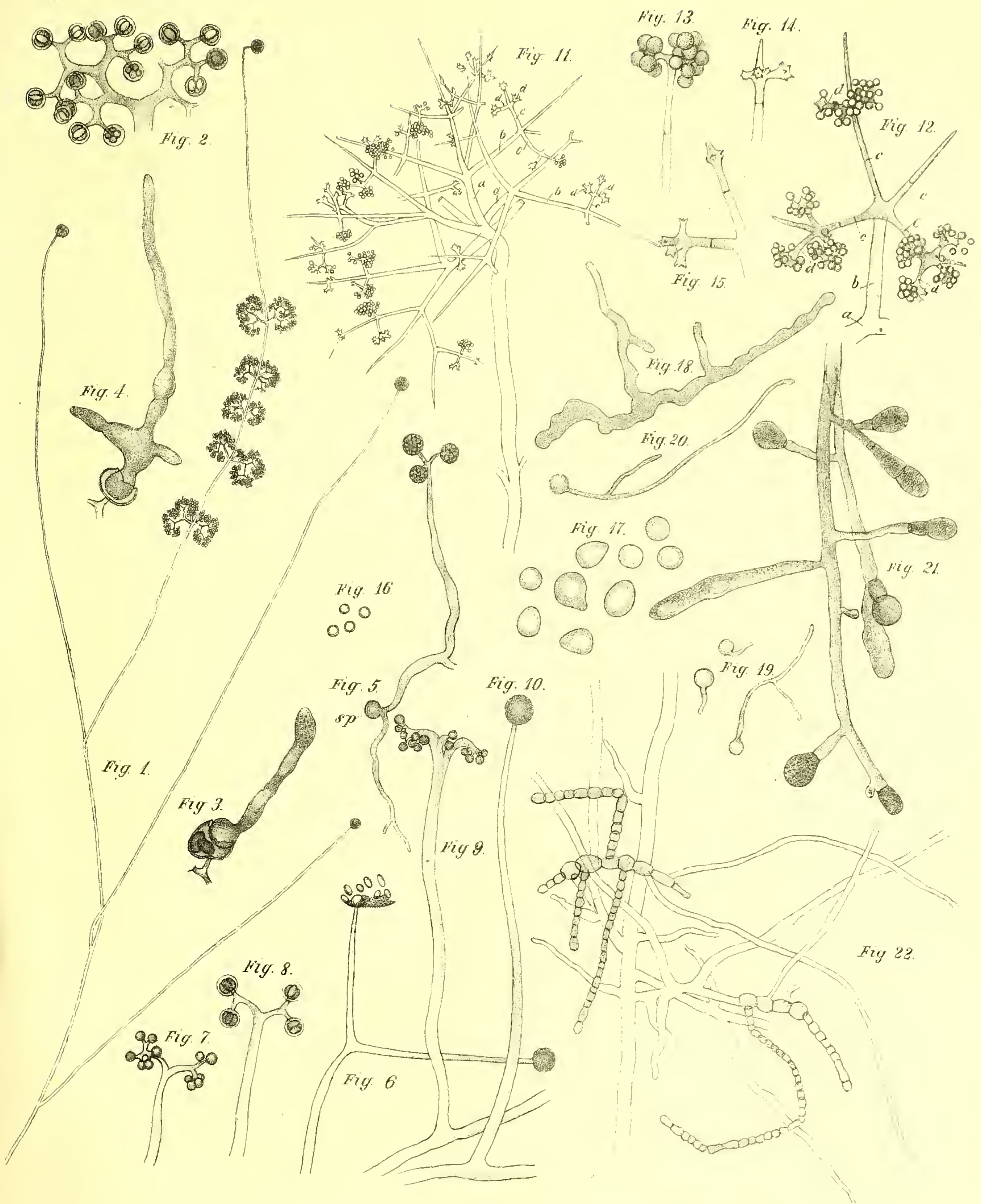




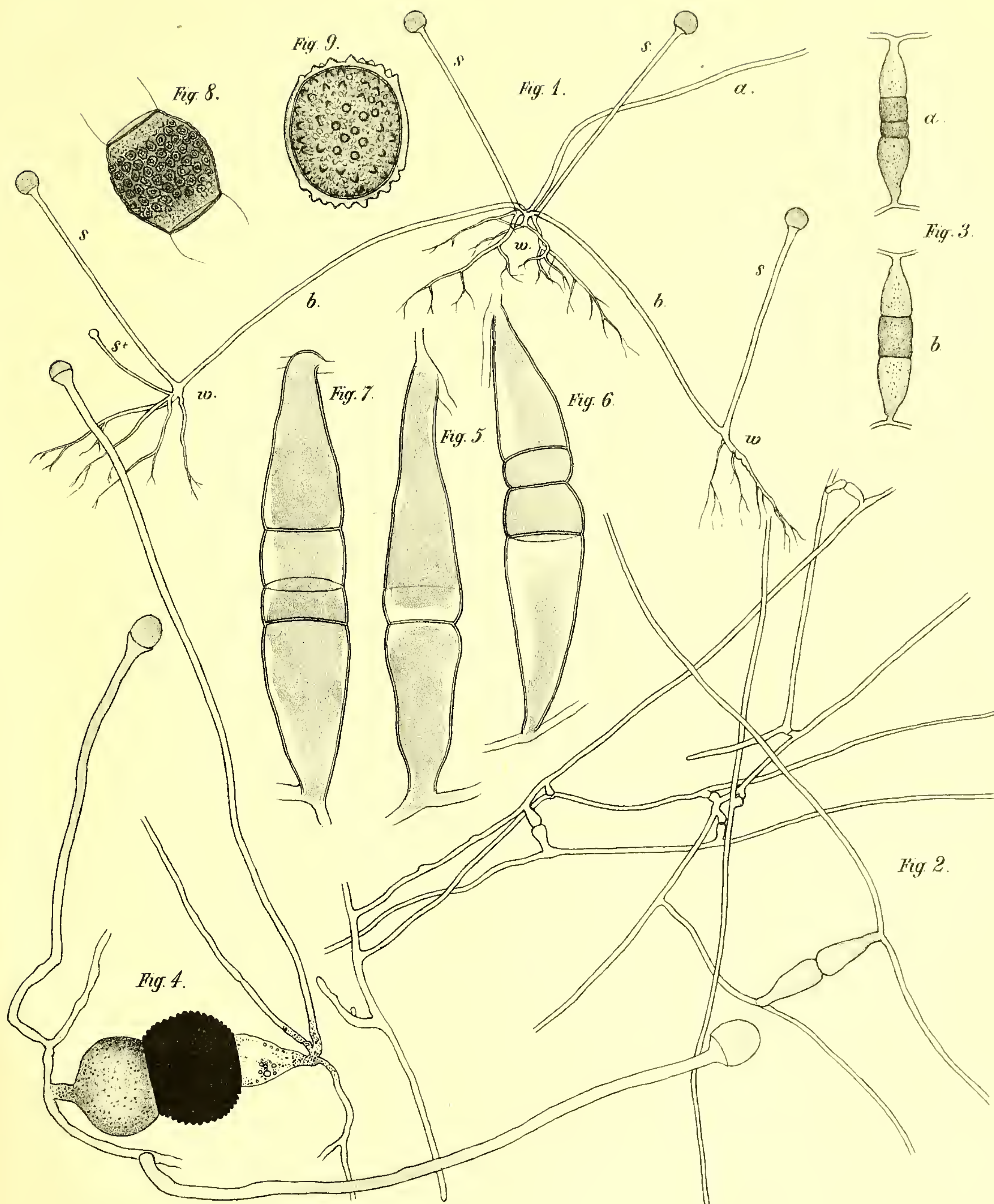
Lith. Anst. von Conr. Haas in Frankfurt a/M.

N°V.


Fig. 1.
Fig. 2.
a
b
Fig. 2. c.
Fig. 3.
Fig. 4. a
Fig. 4. b.
Fig. 5.
Fig. 6.
sp.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
s
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17
Fig. 18.
a
b
Fig 19
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
a
b



Lith. Anst von Conr. Haas in Frankfurt a/M.



Lith. Anst. von Conr Haas in Frankfurt a M.

Fig. 1.

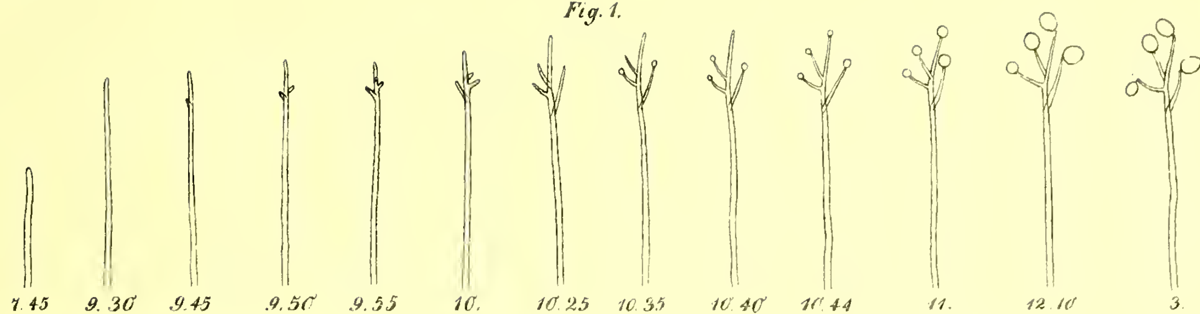


Fig. 2.

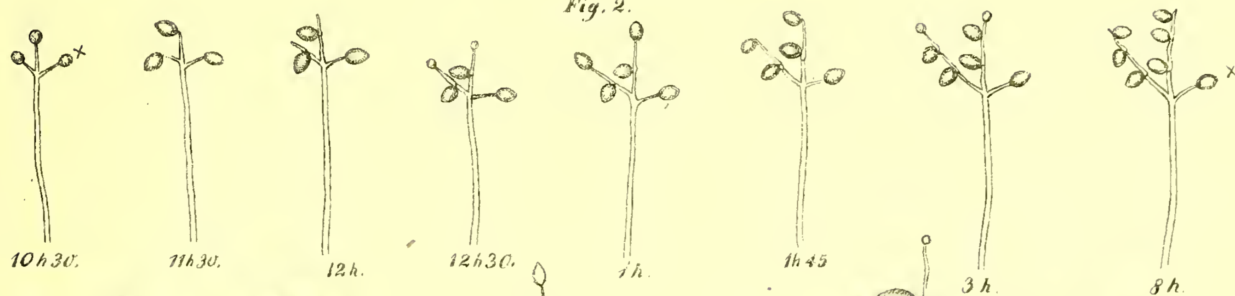



Fig. 5.


Fig. 6.


Fig. 7.

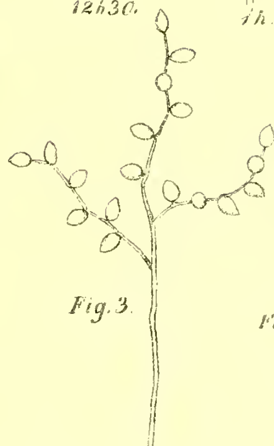
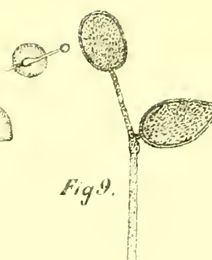
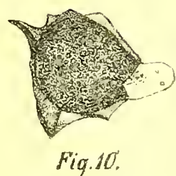
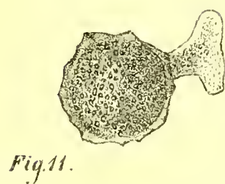

Fig. 3.


Fig. 8.


Fig. 4.


Fig. 9.


Fig. 10.


Fig. 11.

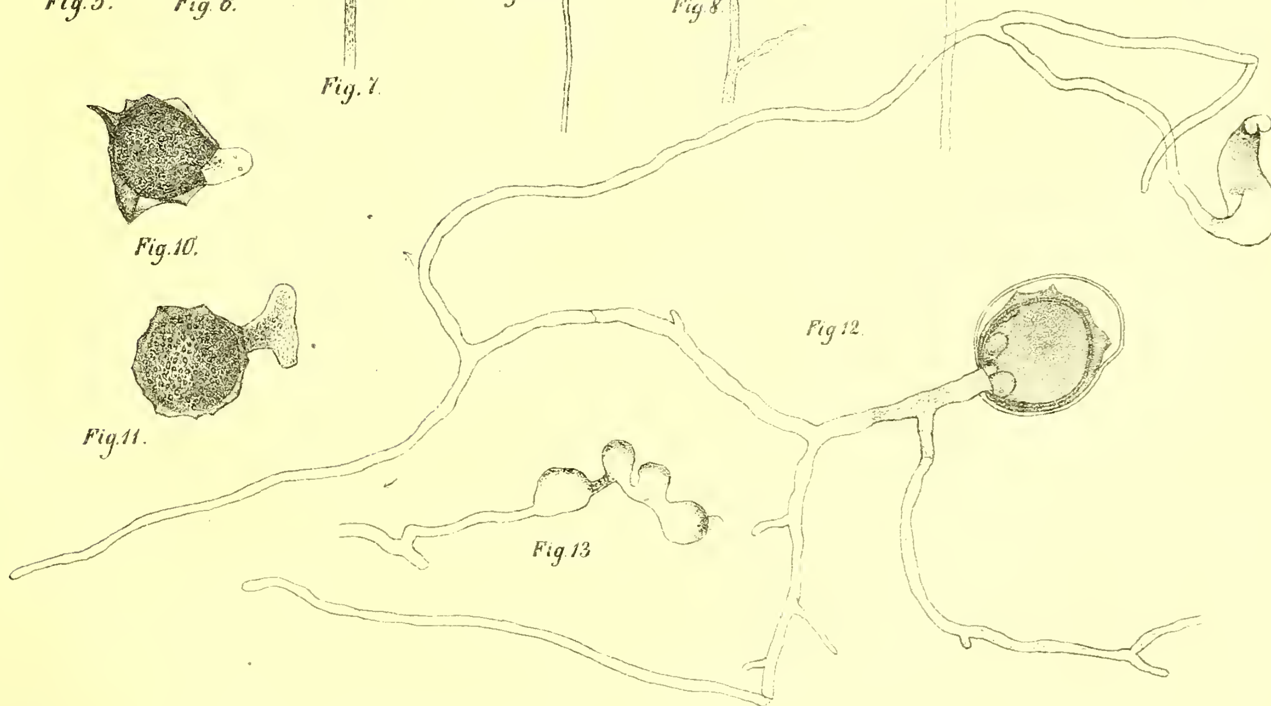

Fig. 12.

Fig. 13.

Lith. Anst. von Conr. Haas in Frankfurt a M.

Beiträge
zur
Morphologie und Physiologie der Pilze

von

A. de Bary und **M. Woronin.**

Dritte Reihe:

Sphaeria Lemaneae, Sordaria fimiseda und coprophila, Arthrobotrys oligospora; Eurotium, Erysiphe und Cicinnobolus; nebst Bemerkungen über die Geschlechtsorgane des Ascomyceten.

Mit 12 Tafeln.

(Abdruck a. d. Abhandl. d. Senckenb. naturf. Gesellsch. VII. Bd.)

Frankfurt a. M.
Verlag von Christian Winter.
1870.

Inhalt.

Sphaeria Lemaneae, Sordaria coprophila, fimiseda, Arthrobotrys oligospora.

von

M. Woronin.

Mit 6 Tafeln.

I. Sphaeria Lemaneae Cohn.

(Tafel. I.)

In schnellfliessenden kalten Gebirgsbächen und in den kleinen Flüssen des Schwarzwaldes in der Umgegend von Freiburg in Baden wächst auf steinigem Boden die Alge Lemanea fluviatilis Ag. Sie wurde von mir dort im August des Jahres 1863 gesammelt, und im Sommer 1864 fand ich sie auch in Finnland, in den Gewässern des Imatra. Die Lemanea wurde im Jahre 1854 von *Wartmann* ausführlich untersucht und beschrieben[1]. Auf der 33. Versammlung deutscher Naturforscher in Bonn im Jahre 1857 wurde von *Cohn* mitgetheilt, dass er bei mehreren Exemplaren der Lemanea ausser den gewöhnlichen, für diese Alge characteristischen, rosenkranzförmig geordneten Sporen, in dem parenchymatischen Thallus, noch eine besondere Fructification gefunden habe, die vollkommen der Frucht der Sphärien ähnlich sei; und obgleich es *Cohn* damals weder gelang, das Mycelium dieses Pilzes aufzufinden, noch sich eine richtige Erklärung von der Beziehung dieses Gebildes zu der Alge selbst zu geben, so erkannte er in demselben doch eine besondere, auf der Lemanea parasitisch lebende Sphaerie und nannte sie S p h a e r i a L e m a n e a e. Diese wegen ihres Wohnortes in einer unter Wasser wachsenden Alge interessante Sphaeria habe ich gleichfalls in grosser Anzahl bei Freiburg gefunden, und da sie mir ein für die Untersuchung sehr bequemer Ge-

[1]) *Wartmann*, Beiträge zur Anatomie und Entwickelung der Algengattung Lemanea. St. Gallen 1854. Siehe auch: *Rabenhorst*, Flora Europaea Algarum aquae dulcis et submarinae. Lipsiae 1864 — 68 p. 410; — *A. Beketoff*, Cursus der Botanik. St. Petersburg 1862. Bd. 1, Seite 301 und 313. (Russisch).

genstand zu sein schien, so machte ich mich sogleich an das Studium ihrer Entwickelungsgeschichte[1]).

Bevor ich jedoch zur Darstellung meiner Beobachtungen schreite, muss ich eingestehen, dass meine Untersuchungen über Sphaeria Lemaneae bei weitem nicht vollständig abgeschlossen sind; vieles ist in der Entwickelungsgeschichte noch unerforscht oder unerklärt geblieben. Dies kam theils daher, weil ich damals verschiedener Umstände halber, genöthigt war, meine Untersuchungen zu früh abzubrechen, theils aber auch daher, weil zu jener Zeit die Entwickelungsgeschichte anderer analoger Pilzformen, welche ich erst später kennen lernen sollte, noch unbekannt war. Das Mycelium der Sphaeria Lemaneae bietet nichts besonders characteristisches dar; dasselbe auf Durchschnitten der Lemanea zu sehen, ist durchaus nicht schwer. Der cylindrische Thallus der Lemanea ist, wie bekannt, inwendig hohl aber in der Achse desselben befindet sich eine Reihe langer cylindrischer, fadenförmiger Zellen, von welchen stellenweise — in den Knoten des Thallus, — seitliche radiale Zellen nach der Peripherie abgehen; die Wände des cylindrischen Thallus sind aber, wie schon oben gesagt wurde parenchymatisch und bestehen gewöhnlich aus vier unregelmässigen Zellenlagen: einer äusseren Schicht, welche zusammengesetzt ist aus zwei Lagen kleiner Zellen, die ein dunkles, gelblich-orangefarbiges Phycochrom enthalten; und einer inneren Schicht, die aus viel grösseren Zellen besteht, welche grösstentheils gleichfalls in zwei Reihen geordnet sind (siehe Fig. 11). Das Mycelium der Sphaeria Lemaneae ist im hohlen centralen Theile des Thallus immer stärker entwickelt, erstreckt sich aber bis in den äusseren parenchymatischen Theil desselben, wo es denn auch fructificirt. In die Zellen dringt das Mycelium sehr selten ein, dasselbe wird grösstentheils nur zwischen den Zellen des Thallus angetroffen. Die Fäden (Hyphen) des Myceliums sind ziemlich fein, zart, vollkommen farblos und stellenweise mit zahlreichen Querwänden versehen. Ihre Verzweigungen sind höchst verschiedenartig und unregelmässig; an den Stellen, wo die Fäden sich unter einander berühren, verschmelzen sie nicht selten vollständig mit einander, was ja auch bei anderen Pilzen an den Mycelien vorkommt.

Ausser den Perithecien, der am höchsten entwickelten Form der Fructification bei den Sphärien, habe ich bei der Sphaeria Lemaneae keine Reproductionsorgane ge-

---

[1]) Die von mir bei Freibung gesammelte Sphaeria Lemaneae Cohn, ist von *Rabenhorst* in seinen „Fungi Europaei exsiccati" (edit. nova, series secunda, cent. VII. No. 640) herausgegeben worden.

funden. Doch sind mir ein paar Mal Bildungen vorgekommen, von welchen ich nicht deutlich unterscheiden konnte, ob es noch unentwickelte Perithecien waren, oder schon zerstörte Pycniden.

Die ersten Anlagen der Perithecien, welche ich bei der Sphaeria Lemaneae zu erkennen im Stande war, erscheinen in der Gestalt kugelförmig angeschwollener Zellen (Fig. 1—4), welche gewöhnlich den Enden der Myceliumfäden, von denen sie durch eine Querscheidewand getrennt sind, aufsitzen. Der plasmatische Inhalt dieser kugeligen Zellen ist vollkommen farblos und feinkörnig; zuweilen befindet sich in dem Plasma, wie in Fig. 2 u. 4 gezeigt ist, eine ziemlich grosse runde Vacuole. An diese kugelförmigen Zellen legen sich andere Fäden an, welche aus demselben Mycelium (Fig. 1 bis 4) ihren Ursprung nehmen, und deren Enden fest an den kugelförmigen Zellen anliegen und gewöhnlich etwas keulenförmig erweitert sind. Leider gelang es mir nicht, das nächste hierauf folgende Stadium der Entwickelung zu erkennen; doch kann man, glaube ich, wegen der Analogie mit der Entwickelung der Fruchtbehälter einiger Pezizen und Ascoboli und wegen des weiteren Entwickelungsganges der Perithecien der von uns hier betrachteten Sphaerie, behaupten, dass hier gerade dasselbe vorgeht, wie dort. Die der kugeligen Zelle anliegenden Faden fahren fort zu wachsen, wobei sie sich durch zahlreiche Querwände theilen, also septirt werden, und indem sie sich verlängern, umspinnen sie mehr und mehr die kugelige Zelle. So erhalten die jungen Anlagen der Perithecien das Ansehen fädiger Klumpen, gebildet von vielfach septirten zarten Hyphen, die unregelmässig und höchst verschiedenartig unter einander verflochten sind (Fig. 5 u. 6). Wegen der ausserordentlichen Zartheit und Kleinheit des Gegenstandes ist es natürlich schwierig zu entscheiden, was innerhalb eines solchen Knäuels vorgeht, und nicht weniger schwer ist es, sich klar zu machen nicht nur die Bedeutung, sondern auch das fernere Schicksal jener runden Zelle, um welche sich der fädige Klumpen gebildet hat. Aber welch eine Bedeutung man mit der Zeit diesen runden Zellen auch geben sollte, so wird dennoch immer unbezweifelt und unverändert das feststehen, dass wir hier in der Entwickelungsgeschichte der Perithecien der Sphaeria Lemaneae eine Erscheinung haben, welche vollkommen analog ist derjenigen, welche zuerst von *de Bary* bei Erysiphe und Peziza confluens[1]), und von mir bei zwei anderen Peziza-Arten und bei Ascobolus pulcherrimus[1]) untersucht wurde.

---

[1]) *A. de Bary* und *M. Woronin*, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. II. Reihe. Frankfurt a. M. 1866.

[1]) *A. de Bary*, Ueber die Fruchtentwickelung der Ascomyceten. Leipzig 1863.

Etwas weiter entwickelte Perithecien-Anlagen, die etwa die Hälfte oder auch nur ein Drittelder Grösse des vollkommen ausgewachsenen Peritheciums erreichen, haben eine mehr regelmässige Form (Fig. 7—9); sie erscheinen als rundliche, zellige Körper, deren Gewebe schon um diese Zeit sich auf bemerkbare Weise zu differenziren anfängt. Die Hülle eines solchen zelligen Körpers (die künftige Wand des Peritheciums) besteht aus einer Reihe verhältnissmässig ziemlich grosser Zellen, welche durch den gegenseitigen Druck eine polyedrische Gestalt erhalten und sich allmählich braun färben (Fig. 10); das ganze innere Gewebe bleibt aber vollkommen farblos, es besteht aus ausserordentlich zarten, nicht deutlich unterscheidbaren kleinen Zellen (siehe Fig. 10), welche die Anlage des sogenannten Kerns (nucleus) des Peritheciums bilden, der hier, bei Sphaeria Lemaneae, wie wir später sehen werden, nur von Ascis (ohne Paraphysen) gebildet wird.

Auf welche Weise aus den in einander verflochtenen Fäden des ursprünglichen Knäuels dieses zarte, centrale, feinzellige Gewebe entstand und wie sich darauf aus demselben der Kern des Peritheciums entwickelt, — das zu erforschen ist mir leider nicht gelungen. Die oberflächlichen Zellen der jungen Perithecien der Sphaeria Lemaneae entwickeln nicht selten, ähnlich wie auch bei anderen Pyreno- und Discomyceten geschieht[2]), Fäden, die sich durch nichts Besonderes von den Fäden des anfänglichen Myceliums unterscheiden, mit welchen sie sich nicht nur vermischen, sondern auch zuweilen an den Berührungstellen vollständig verwachsen.

Ein vollkommen ausgewachsenes, normal entwickeltes Perithecium (Fig. 11), welches in den meisten Fällen eine Grösse von $0^{mm},05$ erreicht, hat eine kugelrunde etwas kolbenartige Form. Das ganze Perithecium ist im Thallus der Lemanea verborgen, und nur die äusserste Spitze seines kurzen Halses, welcher mit einer sehr kleinen apicalen rundlichen Oeffnung versehen ist, ragt über die Oberfläche des parenchymatischen Gewebes der Alge nach aussen hervor. Die Wand des Peritheciums besteht an den Seiten und an der Spitze aus polygonalen Zellen von dunkelbrauner Farbe, welche nur in einer oder stellenweise in zwei Schichten liegen; am Grunde

---

(Ueber die Beurtheilung der bei Erysiphe, Peziza, Ascobolus u. s. w. vorkommenden und hierher gehörigen Erscheinungen siehe die letzte Abhandlung in diesem Heft. *de Bary.*)

2) *de Bary* l. c.; *de Bary* und *M. Woronin* l. c.; *A. Janowitsch*, über die Entwicklung der Perithecien bei Pleospora herbarum Tnl. Odessa 1866. Seite 21. (Russisch).

des Peritheciums aber folgt nach innen, unter der äussern braunen Hülle, ein zartes, parenchymatisches, feinzelliges Gewebe, dessen Elemente gewöhnlich in mehrere (3—5) unregelmässige Lagen geordnet sind. Dies ist die sogenannte Subhymenialschicht (Fig. 11 u. 12), welche den Sporen tragenden Schläuchen — den Asci (thecae), die den Kern des Peritheciums bilden, ihren Ursprung gibt.

Innerhalb der Asci entwickeln sich die Sporen. Ihre Entwickelung geht auf folgende Weise vor sich. In dem farblosen, feinkörnigen, plasmatischen Inhalte der jungen, noch ganz kleinen Schläuche und zwar meistentheils in dem mittleren Theile des Schlauches, findet sich ein deutlicher Zellkern (Fig. 13). In mehr entwickelten Ascis (Fig. 14 und 15) verschwindet dieser Kern, und an seiner Stelle erscheinen in dem mittleren Theile des Ascus 8 zusammengedrängte, vollkommen gleiche, spindelförmige, anfangs noch nicht ganz deutlich begränzte plasmatische Körper (Primordialschläuche). Bald erhalten diese jungen Thecasporen eine vollkommen deutliche Umgränzung, — sie umgeben sich mit einer Membran, und darauf theilt sich eine jede von ihnen in der Mitte durch eine Querscheidewand in zwei Glieder, von welchen jedes seinerseits sich wieder durch eine Querwand in zwei theilt (Fig. 12 und 16) so dass die vollkommen ausgewachsenen und entwickelten Sporrn also aus vier in in einer Reihe geordneten Gliederzellen bestehen. In jeder einzelnen Zelle reifer Sporen bemerkt man in dem plasmatischen Inhalte einige glänzende fettartige Körner.

Die Ejaculation, — das Ausstreuen der Sporen aus den Ascis — erfolgt bei der Sphaeria Lemaneae (Fig. 16—18) auf dieselbe Weise, wie bei Sphaeria Scirpi und einigen anderen Sphaerien[1]). Die Wand des Ascus besteht aus zwei in einander geschachtelten Lagen von ungleicher Quellbarkeit, gleichsam aus zwei in einander geschachtelten Schläuchen; der äussere Schlauch reisst an seiner Spitze unregelmässig auf, und aus ihm tritt der innere hervor, welcher, seinen früheren Querdurchmesser behaltend, zwei und zuweilen fast drei Mal so lang wird, als er vorher war. Der auf solche Weise verlängerte Ascus (Fig. 17) ragt, wie Fig. 11 zeigt, aus dem Perithecium hervor und erst jetzt erfolgt der Process der Sporenejaculation. Die Sporen sammeln

---

[1]) *N. Pringsheim*, Ueber das Austreten der Sporen von Sphaeria Scirpi aus ihren Schläuchen (Jahrbücher f. wiss. Botanik I. 1858. p. 189). *Sollman*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sphaerien. (Botanische Zeitung, 1863 p. 197). — *Tulasne*, Selecta fungorum carpologia, t. I, p. 143. — *de Bary*, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten (Handbuch der physiol. Botanik von Hofmeister) Leipzig 1864, Pag. 143—144.

sich im oberen Theile des verlängerten Ascus an, und dann bildet sich oben, auf der Spitze dieses eine kleine regelmässige, runde Oeffnung, aus welcher alle acht Thecasporen, eine nach der andern, auf eine bestimmte Entfernung und mit ziemlich bedeutender Kraft, herausgeschleudert werden. (Fig. 18). Die Ejaculation der Sporen aus einem Ascus erfolgt gewöhnlich sehr rasch, mit den Sporen wird aus dem Ascus auch ein Theil der körnigen plasmatischen Masse, welche in demselben bei der Entwickelung der Sporen unbenutzt zurückblieb, herausgeschleudert (Fig. 18.) Zuweilen ist der Andrang der Thecasporen gegen die Spitze des Ascus so rasch, dass die Oeffnung in dem innern Schlauche nicht zu voller Ausbildung kommen kann, die Hülle desselben reisst dagegen rund herum in ihrem ganzen Umfange etwas unterhalb der Schlauchspitze auf, und diese letztere wird dann, in der Gestalt eines kleinen Mützchens oder Fingerhuts, weit davon geschleudert. Der untere Theil des innern Schlauches (Fig. 19) trennt sich dabei niemals von dem äussern. Bei diesem soeben beschriebenen Processe der Ausstreuung der Sporen spielen die wichtigste Rolle, wie man vermuthen muss, endosmotische und Quellungserscheinungen, welche in verschiedenem Grade in den beiden an einander liegenden Membranen (den beiden Schläuchen des Ascus) auftreten. Der äussere Schlauch ist nicht oder wenig dehnbar und quellbar; er bietet ausser dem Risse an seiner Spitze, während der ganzen Zeit keine andere besondere Veränderung dar. Dagegen ist der innere Schlauch ausserordentlich quellbar und schwillt stark an, sobald er, zur Zeit der Ejaculation der Sporen, mit Wasser in Berührung kommt (Fig. 18, 19). Dasselbe Aufquellen des inneren Schlauches erfolgt auch bei Einwirkung einiger chemischen Reagentien auf die Asci (siehe Fig. 15 u. 20 und die Erklärung zu diesen Figuren). Nach Beendigung des Sporen-Ausstreuens wird immer der innere Schlauch um etwas kürzer, wobei aber die schleimige Aufquellung noch fortdauert; später fangen seine Wandungen allmählich an sich aufzulösen und verschwinden zuletzt vollständig.

Was die Thecasporen selbst betrifft, so fangen sie sehr bald, etwa 2 oder 3 Stunden nach ihrer Ausstreuung, an zu keimen, zuweilen erfolgt das Keimen sogar schon innerhalb des Ascus. An und für sich zeigt das Keimen der Thecasporen nichts, was besonders characteristisch wäre; die aus den Sporen hervorwachsenden Fäden nehmen am häufigsten ihren Ursprung nicht aus den mittleren, sondern aus den Endzellen (Fig. 21). Obgleich die Culturen, welche ich mit keimenden Theasporen unternahm, ein bestimmtes und sicheres Resultat gegeben haben, so gelang es mir doch kein einziges Mal, diese Versuche zu Ende, d. h. bis zum Erscheinen neuer Frucht-

behälter zu führen. Ich nahm kleine, noch junge Exemplare normal entwickelter, gesunder Lemaneen, legte sie in ein kleines, flaches, mit Wasser gefülltes Gefäss (ein kleines Uhrglas) und tauchte darin einige Fäden einer solchen Lemanea, welche mit entwickelten Perithecien unserer Sphaerie dicht bedeckt war; nach Verlauf einer sehr kurzen Zeit befanden sich in dem Wasser schon viele ausgetretene Thecasporen und natürlich geriethen viele von ihnen auch auf die Oberfläche der gesunden Lemanea. Indem ich nun hierauf täglich den einen oder den anderen dieser Fäden einer genauen Untersuchung unterwarf, gelang es mir zu beobachten, wie die aus den Thecasporen hervorgewachsenen Hyphen in den Thallus der Lemanea eindringen (Fig. 22) innerhalb dessen sie sich zu einem normalen, dem oben beschriebenen vollkommen ähnlichen Mycelium (Fig. 23) entwickeln. Aber, wie schon gesagt, gelang es mir nicht, die Cultur weiter fortzuführen; an den Fäden des Myceliums habe ich stellenweise, wie Fig. 23 zeigt, einige Male kugelförmige Anschwellungen (x) bemerkt, welche vielleicht die ersten Anlagen der Perithecien waren. Die Hyphen, wie ich sie hier (in Fig. 23) abgebildet habe, sind aus dem Thallus einer Lemanea herauspräparirt, auf welchen die Aussaat der Thecasporen zwei Wochen vorher geschehen war. Die Cultur weiter fortzuführen war unmöglich, weil die Fäden der Lemanea zu verderben anfingen und bald darauf ganz verfaulten.

Weit erfolgreicher und viel vollständiger sind die Resultate ausgefallen, welche ich bei der Untersuchung und Cultur zweier anderer Pyrenomyceten — Sordaria fimiseda *DNtrs* und Sordaria coprophila *DNtrs* — erhielt, zu deren Beschreibung ich sogleich übergehen werde.

II. Sordaria fimiseda DNtrs.

(Schizothecium fimicolum Corda, Icon. II, 29, tab. XIII. Fig. 105. Podospora fimicola Cesat. in Hedwigia tom. I, n. 15; tab. 14, et in Herbar. mycol. ed. nov. n. 259. Sordaria fimiseda Cesat. et DNtrs. Schem. sferiac. 52 — Sord. fimiseda DNtrs. Sferiacei italici Cent. I, fasc. 1. Genova 1863 p. 22. tab. XIX. — L. Fuckel, Fungi Rhenani, Supplement. fasc. VI. (1867) n. 2037).

(Taf. II—V.)

Die Entwickelungsgeschichte der Sordaria fimiseda ist in der Litteratur bis jetzt fast noch gar nicht berührt worden, so dass in der That dieser Pilz den Mycologen viel weniger bekannt ist, als viele andere Pyrenomyceten. Treue Abbildungen und eine vollkommen genaue Beschreibung der allmählichen Entwickelung der höchst interessanten und characteristischen Thecasporen dieses Pilzes befinden sich bei *de Bary* in seinem Handbuche „Morphologie und Physiologie der Pilze" etc. (p. 130), — diese Beschreibung bezieht sich aber allein auf die Sporen. Die anatomischen Zeichnungen der Sordaria fimiseda von *Cesati* (in Hedwigia l. c.) und *De Notaris* (Sferiacei italici l. c.), welche in beiden Fällen von sehr kurzen Beschreibungen begleitet werden, halte ich für sehr unzureichend, um eine klare Vorstellung von dem ganzen Baue und Entwicklungsgange dieses Pyrenomyceten zu geben.

Dieser Pilz gehört, wie es scheint, nicht zu den am meisten verbreiteten. Schizothecium fimicolum Cord., welches höchst wahrscheinlich nichts anderes ist, als alte, halbverdorbene Exemplare der Sordaria fimiseda, wurde von *Corda* (l. c.) auf Feldern bei Prag, auf altem, schon vertrocknetem Kuhmist gefunden. *Cesati* und *De Notaris* fanden die Sordaria fimiseda im nördlichen Italien. *L. Fuckel* gelang es diesen Pyrenomyceten gleichfalls auf Kuhmist in Wäldern am Rhein zu finden. Andere Angaben über den Fundort dieses Pilzes habe ich in der Litteratur nicht gefunden. Vor etwa drei Jahren fand ich die Sordaria fimiseda in Petersburg, in meiner Wohnung auf einem kleinen im Zimmer eingerichteten Mistbeete, auf sehr

fetter, stark gedüngter Treibhauserde. In der Voraussetzung, dass die genaue Untersuchung der Entwickelungsgeschichte dieses Pilzes interessante Resultate liefern könne, schritt ich sogleich zur Aussaat seiner Thecasporen auf verschiedene Substrate, von welchen Pferdemist, der vorher gut von fremden Bestandtheilen gereinigt und darauf gehörig durchgekocht war, für diese Cultur-Versuche sich am besten und am bequemsten erwies.

Indem ich jetzt zu meinen eigenen Beobachtungen übergehe, halte ich es für das zweckmässigste, zuerst den Bau des vollkommen ausgebildeten Pilzes (seiner Perithecien und der in ihnen enthaltenen Thecasporen) zu beschreiben, und erst hierauf die bei meinen oben erwähnten künstlichen Aussaaten erhaltenen Resultate darzulegen. Die vollständig entwickelten dunkelbraunen Perithecien der Sordaria fimiseda, welche gewöhnlich eine Grösse von 1 bis $1^{1}/_{2}$ Millimeter erreichen, haben eine kolben- oder retortenartige Gestalt (Taf. II. Fig. 10—12; Taf. III. Fig. 7). Sie sitzen ohne ein sie umhüllendes Stroma, vollkommen frei, einzeln oder mehrere beisammen, in kleinen Gruppen auf dem hellbraunen, sich durch nichts besonderes auszeichnenden Mycelium; die Fäden dieses Myceliums kommen aus dem unteren, rundlich erweiterten Theile des Peritheciums, aus der Basis der Sphaerula hervor und gehen auf unregelmässige verschiedenartige Weise nach allen Seiten, indem sie zwischen die einzelnen Theilchen des ihnen zur Nahrung dienenden Substrats eindringen. Der obere Theil des Peritheciums ist in einen mehr oder weniger verlängerten Hals (Tubulus) ausgezogen, dessen Oberfläche, wie auf den Figuren gezeigt ist, von ziemlich gleich grossen und regelmässigen, gegliederten braunen Härchen bedeckt wird. Der Hals des Peritheciums bietet eine höchst merkwürdige Eigenthümlichkeit dar; — er behält die Fähigkeit in die Länge zu wachsen auf eine unbestimmt lange Zeit. Oft habe ich an ihm deutliches Wachsen noch dann bemerkt, wenn die übrigen Theile des Pilzes nicht nur aufgehört hatten sich zu entwickeln, sondern schon anfingen vollständig abzusterben. Viel merkwürdiger ist hier aber der Umstand, dass das Wachsen des Halses im engsten Zusammenhange mit der Einwirkung des Lichtes steht. Die Spitze des Halses, an welcher sich oben die runde Oeffnung (das Ostiolum des Peritheciums) befindet, richtet sich immer nach der Seite, von welcher das Licht kommt; es ist also klar, dass hiervon auch die Gestalt nicht nur des Halses selbst, sondern auch des Peritheciums abhängig ist. Das Perithecium bleibt immer genau kolbenförmig (Tab II, Fig. 11 und 13), so lange das Licht von oben darauf fällt, so wie aber das Perithecium unter dem Einflusse seitlich auffallenden Lichtes wächst, nimmt es die Form

einer Retorte an (Taf. III, Fig. 7). Endlich kann der Hals des Peritheciums auch gewunden erscheinen (Taf II, Fig. 14); eine solche Form entsteht nämlich, wenn während der Dauer seines Wachsens die Richtung des Lichtes sich einige Male veränderte. Die Bildung solcher gewundenen Hälse künstlich hervorzubringen, ist sehr leicht: man braucht nur dass Gefäss, in welchem die Sordaria cultivirt wird, so zu stellen, dass das Licht nur von einer Seite darauf fällt, und dann dasselbe von Zeit zu Zeit (etwa alle 4 oder 5 Tage), mit der anderen Seite nach dem Lichte zu drehen. (Siehe Taf. II, Fig. 12 und 14). Diese Erscheinung ist ein neuer Beleg dafür, dass das Licht nicht nur auf das Wachsthum grüner Pflanzen einwirkt, sondern auch auf solche, in welchen niemals weder Chlorophyll, noch irgend ein anderer ähnlicher Farbstoff enthalten ist. Ueberhaupt ist die Frage von der Wirkung des Lichtes auf Pilze bis jetzt noch wenig berührt worden[1]), und es wäre wohl sehr wünschenswerth, dass man sich jetzt an die Bearbeitung derselben machte und zu diesem Zwecke eine Reihe genauer Versuche mit verschiedenen Pilzen anstellte[2]).

Es genügt, selbst bei einer geringen Vergrösserung, nur die äussere Oberfläche der Sordarien (Taf. II, Fig. 11—12) zu untersuchen, um sich davon zu überzeugen, dass die Wandungen der Perithecien aus veränderten, dicht verflochtenen Pilzfäden bestehen. In den Wandungen eines reifen Peritheciums kann man vier verschiedene Schichten unterscheiden: die obere dünnste aus einer einzigen Zellenlage bestehende Schicht, von welcher hauptsächlich die dunkle Farbe des ganzen Pilzes abhängt, umgiebt das Perithecium als eine dunkelbraune Hülle, die aus einem Gewebe besteht, welchem man noch ziemlich deutlich seine ursprüngliche fädige Pilznatur ansieht. Die Härchen, welche auf der Oberfläche des Peritheciums erscheinen, wachsen aus dieser äussern Schicht hervor. Auf diese dunkelbraune Hülle folgt die dickste der Schichten, welche aus mehreren, gewöhnlich 4 oder 5 unregelmässigen concentrischen Lagen eines besonderen Pseudoparenchyms besteht, dessen dickwandige Elemente, wenigstens auf Längsschnitten einigermassen an die Querschnitte von Bastzellen dicotyledonischer Gewächse erinnern. Am Halse des Perithecinms sind diese Zellen etwas

---

[1]) Vgl. *Hofmeister,* Handb. d. physiol. Bot. I, i, pag. 290.

[2]) Bei solchen Versuchen wird sich als die wahrscheinlich beste Methode diejenige erweisen, welche von *A. Famintzin* bei seinem Studium über de Wirkung des Lichtes auf Algen angewandt wurde (*A. Famintzin,* Wirkung des Lichtes auf Algen und einige andere ihnen nahe stehende Organismen. S. Petersburg 1866. (Russisch).

kleiner. Hier ist ihre Aehnlichkeit mit dem Bast nicht so gross, dafür aber kann man sehen 1) dass die Wände des Peritheciums wirklich aus Pilzfäden zusammengeflochten sind, 2) dass die Fäden dieser zweiten Schicht hier (am Halse) in parallele Reihen geordnet sind, welche von innen nach aussen gehen und sich dabei etwas nach oben wenden (Taf. III, Fig. 7). Die hierauf folgende Schicht besteht aus zwei oder drei gleichfalls unregelmässigen Lagen pseudoparenchymatischer Zellen, welche, obgleich sie weit weniger dickwandig sind, sich noch vielmehr an einander drängen, als die Zellen der vorhergehenden Schicht. Die Zellen dieser dritten Schicht haben gleichfalls nicht in allen Theilen des Peritheciums dieselbe Grösse; sie sind nämlich immer weit grösser am Grunde der Sphaerula, als im oberen Theile derselben; die allerkleinsten und augenscheinlich zartesten Zellen dieser Schicht befinden sich demnach in der Halsgegend des Peritheciums. Von diesen beiden mittleren Schichten ist diejenige, welche mehr nach aussen liegt und, wie oben gesagt wurde, aus dickwandigen Elementen besteht, fast vollkommen farblos, die innere aber braun gefärbt. Die vierte innerste Schicht der Wandung des Peritheciums endlich besteht in dem breiteren Theile desselben (in der Sphaerula) aus farblosen und verhältnissmässig dünnwandigen, rundlichen ziemlich grossen Zellen. Die Elemente des Kerns (Nucleus) des Peritheciums, welche unmittelbar auf dieser Schicht liegen, sind mit derselben ausserordentlich locker verbunden, so dass es sehr selten gelingt, einen solchen Durchschnitt des Peritheciums zu erhalten, wie er auf der Fig. 7 (Taf. III) dargestellt ist; in den meisten Fällen wird beim Durchschneiden des Peritheciums der Kern nicht nur von der Wandung losgerissen, sondern fällt ganz aus seinem Behälter heraus. Den Zusammenhang zwischen den Wänden des Peritheciums und dem Kern kann man indessen leicht auf solchen Durchschnitten sehen, welche durch jüngere Perithecien geführt sind, die noch nicht völlig normale Grösse und Reife erreicht haben (Taf. III, Fig. 5) und in deren Wandungen — was ich hier gelegentlich bemerken will — man die vier von mir eben beschriebenen Gewebe-Schichten noch nicht deutlich unterscheiden kann. In der sich verengenden Halsgegend des Peritheciums, wird die vierte (innerste) Schicht der Wandung sehr zart und feinzellig. Hier, im Halse, wachsen aus den kleinen Zellen dieser Schicht sehr feine, dicht an einander gedrängte haarähnliche Fädchen hervor. Mit diesen zarten Fäden —, den Periphysen, wie sie *Tode* und *Füisting*[1]) benennen — ist das ganze Innere des Halses bekleidet; sie ent-

---

[1]) *W. Füisting*, Zur Entwickelungsgeschichte der Pyrenomyceten. Bot. Zeit. 1868, p. 179.

springen in demselben von allen Seiten her und richten sich etwas schräg aufwärts, wobei sie ihre Enden in der Mittellinie des Halses derart einander nähern, dass der Raum dieses letztern fast vollkommen von ihnen eingenommen wird, und auf dem Längsdurchschnitte (Taf. III, Fig. 6 und 7) als ein ausserordentlich enges Kanälchen erscheint, welches von dem Kern des Peritheciums bis zur höchsten Spitze desselben, wo es mit einer kleinen runden Oeffnung (dem Ostiolum des Peritheciums) endigt, verläuft.

Der Kern (nucleus) des Peritheciums besteht bei der Sordaria fimiseda aus Schläuchen und Paraphysen; beide wachsen hier nicht aus der ganzen Wandung des Peritheciums hervor, sondern nur aus einer Stelle, vom Grunde der Sphaerula, von wo sie sich in vielzähligen Bündeln nach oben erheben. Die Paraphysen (Taf. III, Fig. 3—7) sind von sehr einfacher Structur; es sind feine einfache, sich nicht verzweigende, gegliederte sehr zarte und ganz farblose Fäden. Bemerkenswerth ist es, dass die Paraphysen in den jungen Perithecien immer in viel grösserer Menge vorkommen, als in reiferen; in ganz reifen Exemplaren habe ich sie fast gar nicht gefunden. Diese Erscheinung ist nicht ausschliesslich der Sordaria fimiseda eigen; nach *Füistings* Angaben (l. c. p. 196) muss man sogar vermuthen, dass sie allen Pyrenomyceten zukommt.

Die Asci (Thecae) unterscheiden sich in der Jugend durch nichts besonderes von denen der übrigen Pyrenomyceten und überhaupt aller Ascomyceten; sie erscheinen als keulenförmig verlängerte Zellen, angefüllt mit einem vollkommen farblosen, plasmatischen feinkörnigen Inhalte (Taf. III. Fig. 3—5, 9). Nur in den allerjüngsten habe ich einen Zellkern gefunden (n, Taf. III, Fig. 3); in reiferen ist es mir selbst unmittelbar vor dem Erscheinen der Thecasporen, niemals gelungen, irgend eine Bildung von Zellenkernen zu bemerken. Die Sporen entwickeln sich hier demnach nicht so, wie bei einigen Peziza-Arten[1]), in deren Schläuchen zuerst ein, dann zwei darauf vier und zuletzt acht Zellkerne erscheinen, von welchen ein jeder die Anlage zu einer Spore bildet, sondern alle acht entwickeln sich auf einmal zu gleicher Zeit, ohne dass sich vorher im Plasma irgend welche freie Zellenkerne gebildet hätten. In jungen eben erst entstandenen Thecasporen, die noch das Aussehen nicht deutlich umgränzter plasmatischer Körper haben (Primordialschläuche oder -Zellen) kann man sehr oft deutliche Zellenkerne finden (Taf. III. Fig. 9); diese Kerne erscheinen erst nach

---

[1]) *De Bary*, Ueber die Fruchtentwickelung der Ascomyceten.

dem Anlegen der Sporen oder etwa gleichzeitig mit ihnen, niemals aber vor der Sporenbildung. Eine ähnliche Bildungsweise des Thecasporen ist von *Füisting* bei zwei anderen Pyrenomyceten, bei Aglaospora und Massaria[1]), und von *Sachs* bei einem Discomyceten, der Peziza convexula[2]) bemerkt worden. In einigen, wenn auch im Ganzen sehr seltenen Fällen, entwickeln sich in einem Ascus statt acht nur sechs oder vier Sporen. Die weitere, allmählich fortschreitende Entwickelung der Thecasporen der Sordaria fimiseda, die, wie schon oben bemerkt wurde, von Professor *de Bary*[3]) beschrieben worden ist, geht folgendermassen vor sich. Die jungen Thecasporen sind sehr zart, ganz farblos und haben nur ganz im Anfange eine ovale, etwas verlängerte Form (Taf. III, Fig. 9). Bald verengt sich aber jede dieser Sporen in ihrem unteren Theile und dehnt diesen zu einem cylindrischen, stielartigen Anhängsel aus; die obere Hälfte der Spore rundet sich in dem Maasse, wie sie an Umfang zunimmt, immer mehr ab und erhält zuletzt eine ganz regelmässige, länglich ovale, zuweilen etwas eiförmige Gestalt. Zu derselben Zeit oder selbst schon etwas früher erscheint an den beiden entgegengesetzten Enden der Spore (siehe Taf. III, Fig. 10—13), in der Membran derselben, eine besondere Art von Verdickung von weich gallertartiger Beschaffenheit. Diese Verdickungen vergrössern sich mehr und mehr und bilden jene Anhängsel, welche so charakteristisch für die Sordaria fimiseda sind und von welchen weiter unten mehrfach noch die Rede sein wird.

Hat die Spore selbst schon ihre definitive Grösse erreicht, so geht das ganze Protoplasma aus dem unteren cylindrischen Theile (dem Stiele) in den oberen ovalen Theil über, das Protoplasma umgibt sich hier mit einer Membran, und jetzt kann man schon in der ovalen Spore das Endosporium vom Exosporium leicht unterscheiden. Der cylindrische Stiel, der nur eine einzige Membran hat, ist jetzt schon vollständig durchsichtig und leer, und zeigt weiter gar keine Veränderungen. In diesem Stadium der Entwickelung (Taf. IV, Fig. 4) kann man in dem Plasma der Spore zuweilen einen centralen, hellen, runden Raum erkennen (Vacuole oder Zellkern?) Um dieselbe Zeit wird das bis jetzt farblos gewesene Exosporium der Thecaspore zuerst gelb, dann erhält es eine grüne Färbung, welche allmählich ins braunviolette übergeht und endlich dunkel

1) *Fuisting*, l. c. p. 178.

2) *J. Sachs*, Lehrbuch dnr Botanik. 1868. Pag. 11 und 237.

3) *A de Bary*, Morphologie und Physiologie der Pilze, p. 130.

schwarzbraun wird. In Folge dieser dunkeln Färbung wird natürlich die Membran der reifen Sporen völlig undurchsichtig, in weniger reifen Sporen (Taf. IV, Fig. 4), welche noch gelb oder hellgrün gefärbt sind, ist die Membran dagegen noch ziemlich durchsichtig, und man kann in ihr am Scheitel der Spore eine rundliche, dünnere Stelle, den sogenannten Keimporus deutlich erkennen. Beim Keimen der Spore wächst aus diesem Porus, wie wir später sehen werden, das Endosporium in einen Schlauch aus. Die reifen Thecasporen sind in den Schläuchen immer von einer durchsichtigen und vollkommen farblosen wässerigen Flüssigkeit umgeben; die ganze körnige Masse des Protoplasma ist während der Bildung der Sporen verbraucht worden. Die Thecasporen sind in den Schläuchen, wie Fig. 2 (Taf. IV) zeigt, in eine oder zwei unregelmässige Reihen geordnet, wobei die Sporen selbst gewöhnlich sehr dicht bei einander liegen, ihre gallertartigen Anhängsel aber auf besondere Art zusammengelegt sind. Das untere gallertartige Anhängsel, welches unmittelbar dem Ende des hyalinen cylindrischen Stiels der Spore aufsitzt, ist immer von derselben Dicke wie dieser letztere und erscheint gewöhnlich in seiner ganzen Länge wurmartig gebogen oder spiralig gewunden (Fig. 2); das freie Ende dieses Fortsatzes ist etwas verschmälert, aber nicht zugespitzt, sondern stumpf abgerundet. Das obere gallertartige Anhängsel der Thecaspore ist viel dicker; es besitzt die Form eines kegelförmigen zugespitzten oder etwa blutegelartigen Körpers, welcher mit seiner Basis auf der Spore nicht ganz am Scheitel derselben, sondern immer etwas seitwärts davon aufsitzt; das freie Ende dieses dicken oberen Anhängsels ist zu der Zeit wenigstens, wenn die Sporen noch im Ascus eingeschlossen sind, immer haken- oder knieförmig gebogen. Sehr characteristisch für diese gallertartigen Anhängsel ist die in ihnen auftretende Längsschichtung. Besonders deutlich erscheinen in ihnen diese Verdickungs-Schichten dann, wenn sie aus den Asci herausgetreten sind und man sie in einem Tropfen Wasser unter dem Deckglase der Untersuchung unterwirft. Diese Schichtung dient zur Bestätigung, dass die gallertartigen Anhängsel wirklich eigenartige Membranverdickungen sind.

Das Ausstreuen der Sporen aus den Asci geschieht bei der Sordaria fimiseda etwas anders, als bei der oben beschriebenen Sphaeria Lemaneae. Wenn auch die Membran des Ascus bei Sordaria fimiseda gleichfalls doppelt erscheint, so bemerkt man hier doch niemals, wie bei Sphaeria Lemaneae, zwei gesonderte in einander geschachtelte Schläuche, die auf verschiedene Weise aufreissen. Die beiden Schichten der Membran des Ascus trennen sich bei Sordaria fimiseda niemals von einander,

sondern reissen immer mit einander auf. Ausserordentlich selten geschieht das Aufreissen eines Ascus oben an der Spitze; weit häufiger zerreist er weiter unten durch einen Querriss in zwei ungleiche Theile. Der untere gewöhnlich grössere Theil des Schlauches bleibt in der Sphaerula an seinem früheren Befestigungsorte sitzen; der obere Theil aber, der meistens einer Mütze oder einem Fingerhute ähnlich sieht, wird auf die Seite geschoben, oder noch häufiger mit den Thecasporen aus dem Perithecium auf eine ziemlich beträchtliche Höhe herausgeschleudert. Die innere Membran-Schicht des Ascus schwillt beim Zerreissen des Schlauches zuweilen stark an (vergl. z. B. Taf. IV, Fig. 7), und überhaupt muss hier noch bemerkt werden, dass alle alten im Perithecium zurückgebliebenen Membranen der schon entleerten Schläuche sich allmählich erweichen, gallertartig und zuletzt völlig resorbirt werden. An der Stelle der alten zu Grunde gegangenen Schläuche wachsen im Perithecium sogleich neue, junge Asci hervor. Solch ein allmählicher Ersatz der alten Schlauchgenerationen durch neue kann in einem Perithecium, wie ich bemerkt habe, sich mehrere Male, eine unbestimmt lange Zeit, wiederholen. Um die Zeit der Sporenejaculation werden die gallertartigen Anhängsel der Thecasporen nicht allein gerade ausgestreckt, sondern noch ansehnlich verlängert. Dieses rasche Ausdehnen, welches schon im Ascus beginnt, mag zu dem Mechanismus sowohl des Aufspringens der reifen Asci, als auch des Ausschleuderns der Thecasporen aus dem Perithecium in naher Beziehung stehen. Es bedarf dieser Mechanismus aber noch genauerer Untersuchung um klar dargelegt zu werden. Bei Sphaeria Lemaneae ragt, wie wir oben gesehen haben, die Spitze des sich ausleerenden Ascus aus dem Perithecium immer etwas hervor, so dass dort der Process des Sporenaustritts aus dem Ascus ausserhalb des Peritheciums vollzogen wird; hier aber, bei Sordaria fimiseda, wo die Asci immer innwendig in der Sphaerula selbst zerreissen, müssen die aus dem Perithecium herausgeschleuderten Thecasporen vorher unbedingt durch den ganzen engen mit Periphysen bekleideten Kanal des perithecialen Halses gleiten. Ob beim Ausstreuen der Sporen die Periphysen eine etwaige Rolle spielen, und welche; — ob dieselben auf irgend eine Weise die Sporenejaculation befördern, oder nicht ist sehr schwer zu entscheiden. Die Thecasporen fliegen aus den gradhalsigen, kolbenförmigen Perithecien gewöhnlich auf eine sehr bedeutende Höhe von einem und sogar 1½ Decimeter. Aus den retortenförmigen Perithecien fliegen die Thecasporen, selbst wenn die Hälse stark gebogen sind, ebenfalls sehr hoch empor und das Ausschleudern der Sporen wird nur da auf deutlich bemerkbare Weise verzögert und selbst in einigen Fällen gänzlich gehemmt, wo die Perithecien-Hälse gar

zu sehr gebogen und gewunden sind. Aus solchen Behältern, ähnlich dem, z. B. auf Taf. II, Fig. 14 abgebildeten, können die Thecasporen nicht heraus fliegen; sie häufen sich hier allmählich im Halse an, und zuletzt wird von ihnen nicht nur der Hals, sondern auch die Oeffnung des Peritheciums (das Ostiolum) vollständig verstopft. Die Hälse der Perithecien wenden sich, wie ich oben bemerkte, nach der Seite, von welcher das Licht kommt; die Thecasporen der Sordaria fimiseda nehmen bei ihrer Ausstreuung gleichfalls immer die Richtung nach dem Lichte. (Diese Erscheinung steht, wie es scheint, nicht vereinzelt da, sondern findet auch bei vielen anderen Pilzen zumal bei Pyrenomyceten statt). Die gallertartigen Anhängsel der frei gewordenen Thecasporen verlängern sich besonders bei der Berührung mit Wasser immer mehr und mehr (vergl. Taf. IV, Fig. 3—7); nach Verlauf einiger Zeit fangen sie an, merklich zu zergehen, sie lösen sich allmählich auf und verschwinden zuletzt ganz. Die reifen Thecasporen, d. h. die dunkeln ovalen Sporenkörper ohne den Stiel und ohne die gallertartigen Anhängsel, erreichen gewöhnlich eine Grösse von 0,05—0,06 Millim.; die Länge des cylindrischen hyalinen Stieles allein ist eben so gross oder nur etwas geringer (0,040 bis 05 Millim.)

Was das Keimen der Sporen der Sordaria fimiseda betrifft, so muss hier vor Allem folgende sehr merkwürdige Thatsache hervorgehoben werden: die Thecasporen keimen auf sehr verschiedene Weise, was erstens von ihrer Entwickelungstufe und zweitens vom Medium, in welches dieselben gebracht werden, abhängig ist. Wenn noch sehr unvollkommen ausgebildete noch ganz farblose Thecasporen, (s. Taf. III, Fig. 13, Taf. IV, Fig. 1) aus den Asci genommen und nicht nur auf feuchten Mist, sondern selbst in reines Wasser gelegt werden, so fangen sie sehr leicht und sehr bald an zu keimen. Diese Erscheinung hat wahrscheinlich für die Entwickelungsgeschichte des Pilzes selbst keine besondere Wichtigkeit und ist, meiner Meinung nach, ein rein anormaler Fall; dessenungeachtet bleibt es nicht weniger interessant und merkwürdig, dass das Keimen junger, noch unreifer Sporen ganz anders vor sich geht, als wie im reifen Zustande. Erstens nehmen die aus diesen unreifen Sporen hervorwachsenden Keimschläuche ihren Anfang aus jeder beliebigen Stelle der Spore; zweitens wachsen aus jeder solchen Spore meistens nicht ein, sondern zwei, drei bis mehrere Keimfäden hervor; und drittens zerfällt meistens der Innenraum dieser unreifen Sporen bei ihrem Keimen durch Querwände in mehrere ungleich grosse Fächer. (Taf. IV, Fig. 1). Die langen gegliederten, sich unregelmässig verzweigenden und stellenweise sogar anastomosirenden Hyphen, welche aus diesen unreifen Sporen erhalten werden,

unterscheiden sich durch nichts besonderes von den Hyphen anderer, gewöhnlicher Mycelien, leider ist es mir aber nicht ein einziges Mal gelungen, die Cultur dieses Myceliums bis zu einer wirklichen Fructification zu bringen. Etwas anders geschieht das Keimen der Sporen von Sordaria fimiseda in ihrem reifen Alter. Erstens keimen die reifen Sporen niemals in reinem Wasser, sondern nur auf feuchtem Miste oder in einem frischen Decoct von solchem, und zweitens erfolgt das Keimen hier nicht an jeder beliebigen, sondern nur an einer im Voraus schon angegedeuteten Stelle nämlich aus jenem kleinen apicalen Tüpfel, welcher sich in dem Exosporium befindet und den ich schon oben Keimporus (Taf. IV, Fig. 4) genannt habe. Die Keimfähigkeit der reifen Thecasporen der Sordaria fimiseda erhält sich ausserordentlich lange; in den von mir unternommenen Culturen wenigstens keimten Thecasporen, welche in meinem Herbarium fast zwei ganze Jahre hindurch unberührt gelegen hatten, eben so leicht, als solche Sporen, die eben erst aus ihren Asci ausgeschleudert waren. Diese sowohl wie jene keimen, sobald sie auf fette Erde, frischen Mist oder einfach in ein Decoct frischen Mistes gelegt werden[1]). Vier oder fünf, höchstens 10 Stunden nach der Aussaat fangen die Sporen an zu keimen. Aus dem Keimporus tritt die innere farblose Membran der Spore (das Endosporium) hervor, welche hier, wie Taf. IV, Fig. 8 zeigt, sogleich das Ansehen einer kugelförmigen Anschwellung annimmt. Das schleimige, körnige, farblose Plasma geht aus der Spore in diese Kugel über. Darauf wachsen aus dieser kugelförmigen Anschwellung gewöhnlich 2—3 oder 4 (Taf. IV, Fig. 8, 9 und 10) Pilzfäden heraus, welche alle nach verschiedenen Seiten sich richten und sehr rasch sich verlängern. Diese Fäden verzweigen sich bald und werden septirt (Taf. IV, Fig. 10). Dieses künstlich durch Aussaat der Sporen erhaltene Mycelium gelang es mir nicht nur in grossen Gefässen, sondern auch auf gläsernen Objectträgern zu cultiviren; auf diesen letzteren konnte ich denn auch leicht die ganze weitere Entwickelung der Fäden Schritt für Schritt verfolgen und dieselben endlich zur Fructification — d. h. zum Erscheinen neuer, ebenfalls Asci führenden Perithecien bringen. Vom Anfange des Keimens der Sporen bis zum Erscheinen reifer Thecasporen in den neu aufgewach-

[1]) Die Keimfähigkeit lange zu behalten ist nicht den Sporen der Sordaria fimiseda allein eigenthümlich. *De Bary* führt in seinem erwähnten Handbuche (Morphologie und Physiologie der Pilze und Myxomyceten 1866) Seite 209 einige Beispiele davon an, und sagt unter andern, dass die Thecasporen einer Sordaria, die er untersucht und Sordaria curvula genannt hat, bei ihm sogleich keimten, sobald er sie nur ausgesäet hatte, obgleich bereits 28 Monate seit ihrer Einsammlung verflossen waren.

senen Perithecien sind meist nur 14 bis 17 Tage nöthig. Auf diese Weise erhielt ich durch Cultur die ganze Entwickelungsgeschichte der Sordaria fimiseda. Die an solchen künstlichen Culturen angestellten mikroskopischen Untersuchungen ergaben mir folgende Resultate.

Die ersten 5—6 Tage nach der Aussaat der Sporen findet man an den Fäden des Myceliums noch keine Spur von der Bildung junger Perithecien. Ihre ersten Anlagen zeigen sich gewöhnlich erst am 6. oder 7. Tage und erscheinen als kugelförmige Zellen, welche gleich den Myceliumfäden mit einem farblosen, feinkörnigen plasmatischen Inhalte erfüllt sind. (Taf. II, Fig. 1—3). Eine solche kugelige Zelle sitzt entweder unmittelbar am Faden des Myceliums (Fig. 1) oder auch am Ende eines kurzen, gewöhnlich 2- oder 3zelligen Seitenzweigleins (Fig. 2). Von denselben Fäden, auf welchen diese kugeligen Körper sitzen, und von anderen in der Nähe sich befindenden Fäden des Myceliums gehen andere kurze seitliche Zweige aus, welche an die Kugeln sich anlegen, dann sich verlängern, septirt werden und die Kugel umwinden. Um jeden solchen kugelig-runden Körper entsteht ein Klumpen eng verflochtener Pilzfäden (Taf. II, Fig. 4—6), es wiederholt sich hier also die Erscheinung, wie bei Sphaeria Lemaneae und bei einigen andern, oben angeführten, Thecasporen erzeugenden Pilzen (siehe oben S. 323). Sehr selten und mit recht vieler Mühe, gelang es mir, in meinen Culturen Präparate zu erhalten, wie die in Fig. 1—3 (Taf. II) abgebildet sind, woraus ich schliesse, dass die Bildung der fädigen Klumpen um die kugelförmigen Körper ausserordentlich schnell vor sich gehen muss. Das Studium der weiteren Entwickelung dieser Fadenknäuel und besonders ihrer inneren Structur wird durch die Undurchsichtigkeit ihrer Hyphen, welche um diese Zeit sich bräunlich färben, ungemein erschwert; in Folge dessen ist man denn auch, bei der Untersuchung dieser Körper, fast immer genöthigt dieselben entweder mit Reagentien (Glycerin, schwache Kali-Lösung) zu behandeln, oder unter dem Deckglase einem leisen Druck zu unterwerfen. An eine Dissection mittelst der Präparirnadeln ist hier wegen der zu grossen Feinheit und Zartheit der Fäden nicht zu denken. Die fädigen Klumpen vergrössern sich im Umfange immer mehr und mehr, werden jetzt schon für das unbewaffnete Auge erkennbar, bräunen sich an ihrer Oberfläche (Taf. II, Fig. 7 u. 8) und treiben zu dieser Zeit von demjenigen Theile, mit welchem sie dem Substrat aufliegen, Fäden, welche in allen Richtungen zwischen die Theilchen des Mistes verlaufen und vollkommen die Rolle eines Myceliums spielen. Die Fäden dieses secundären Myceliums (s. m. in Fig. 7 u. 8, Taf. II), welche aus den äusseren Elementen der Perithecien-Anlagen hervorwachsen,

sind immer etwas feiner und mehr verzweigt, als die Fäden des primären Myceliums (pr. m. in denselben Figuren), welches, wie wir oben gesehen haben, seinen Ursprung aus den reifen Thecasporen nimmt. Das primäre Mycelium ist, wie es scheint, sehr vergänglich; es erscheinen auf ihm die jungen Perithecien-Anlagen und darauf endigt bald seine Existenz, an seiner Statt erscheint das secundäre Mycelium, mittelst dessen nun die jungen Perithecien auf dem Miste befestigt bleiben und aus diesem letzteren ihre Nahrung ziehen.

Es möge hier ausdrücklich aufmerksam gemacht werden auf die Bedeutung, welche dem primären Mycelium, meiner Meinung nach, nicht nur in dem Entwickelungsgange der Sordaria fimiseda, sondern auch vieler anderer Pilze zukommt. Wenn, woran ich kaum zweifle, es sich mit der Zeit bestätigen sollte, dass der Entwickelung der Perithecien ein, wenn auch gegenwärtig noch nicht völlig erklärter Act der Befruchtung[1]) vorangeht, und dass die kugeligen Zellen Organe der Befruchtung sind, so ist das primäre Mycelium, auf welchem diese jungen Perithecien-Anlagen erscheinen, der Träger der Geschlechtsorgane, vergleichbar dem Prothallium der Farne oder, in gewissem Sinne dem Protonema plus den beblätterten Trieben der Moose. Die von ihm producirten Perithecien und diesen entsprechenden Früchte anderer Ascomyceten sind geschlechtslos und der geschlechtslosen Generation genannter Gruppen zu vergleichen.

Ein Entwickelungsgang ähnlicher Art wird, aller Wahrscheinlichkeit nach, bei sorgfältigerer Untersuchung auch bei vielen andern Pilzen gefunden werden; für mich scheint seine Existenz schon jetzt völlig zweifellos zu sein für einige Sphaerien, Erysiphe, Ascobolus und einige Peziza-Arten. Weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand werden zeigen, in wie weit diese Annahme richtig und begründet ist.

Füisting[2]) (Botan. Zeit. 1867, p. 177 etc. 1868, p. 369 etc.), welcher Stictosphaeria, Diatrype, Eutypa, Quaternaria und andere dergleichen Kernpilze untersuchte, deren Sporenbehälter, wie bekannt, in einem allgemeinen Pilzstroma eingesenkt sind, fand in deren jungen Perithecien-Anlagen, welche auch dort als zarte Fadenknäuel erscheinen, eine ziemlich breite, unverzweigte, vielgliedrige und

---

[1]) *J. Sachs* (Lehrbuch der Botanik, 1868, p. 239) findet, wie mir scheint mit vollem Recht in der Entwickelung der Fruchtbehälter der Discomyceten (Ascobolus, Peziza) eine grosse Aehnlichkeit mit der Befruchtung der Florideen. Ich glaube, dass man dieselbe Analogie auch auf die Pyrenomyceten übertragen kann.

[2]) Ich unterlasse es jetzt noch, über *Füistings* Arbeiten meine Schlussmeinung auszusprechen, lediglich nur desshalb, weil ich selbst mit den stromatischen Sphaerien und anderen ähnlichen höheren Pyrenomy-

eigenthümlich gewundene Hyphe auf, die er mit demjenigen vielzelligen, wurmförmigen Organe vergleicht, welches von mir zuerst bei Ascobolus pulcherrimus entdeckt und beschrieben worden ist[1]). Eine solche Hyphe[2]) habe ich in den Perithecien-Anlagen der Sordaria fimiseda niemals auffinden können, und vermuthe daher, dass das ihr entsprechende Organ hier in jener kugelförmigen Zelle zu suchen ist, welche, wie ich oben zeigte, immer der Entwicklung des Peritheciums vorangeht, und welche entweder unmittelbar auf dem Faden des primären Myceliums oder auf einem kurzen Seitenzweige desselben sitzt (Taf. II, Fig. 2). In diesem letzten Falle gleicht diese Zelle am meisten jenem Organe, welches von mir für Peziza granulata und Peziza scutellata beschrieben worden ist[3]). Hier geht, meiner Meinung nach, wie ich schon oben sagte, ein Befruchtungsact vor sich, welcher viel Aehnlichkeit und Analogie mit der Befruchtung der Florideen hat und sich mit der Zeit, bei weiterer sorgfältiger Untersuchung, als eine allen Ascomyceten zukommende Erscheinung bestätigen wird. Und wenn *A. Janowitsch* in seiner Abhandlung „Ueber die Entwicklung der Perithecien bei Pleospora herbarum. Odessa 1866." (Russisch), eine solche Ansicht zu verwerfen sucht, so kommt dies, wie ich vermuthe, erstens davon her, weil diese Erscheinung bei Pleospora wahrscheinlich nicht so deutlich zu sehen ist, und zweitens, weil die Untersuchungen von *Thuret* und *Bornet* über die Fructification der Florideen zu jener Zeit *Janowitsch* noch nicht bekannt waren.

Bei der weiteren Entwickelung der Perithecien-Anlagen ist es, wie ich schon bemerkte, sehr schwierig alle Veränderungen, welche innerhalb derselben vor sich gehen, Schritt für Schritt zu verfolgen. Im Centrum junger Perithecien, wie sie auf Fig. 7 und 8 der Tafel II abgebildet sind, kann man nicht selten die oben erwähnte kugelförmige Zelle noch erkennen. In reiferen Exemplaren ist dieses Befruchtungsorgan (?) nicht mehr zu finden; an seiner Stelle tritt jetzt dagegen die Bildung des Kerns ein. Anfangs erscheint der Kern des Peritheciums in der Gestalt eines Bündels

---

ceten-Formen noch nicht hinreichend bekannt bin. *Füistings* mühsame Arbeiten ausführlich und kritisch zu beurtheilen werde ich erst dann im Stande sein, wenn ich selbst die Entwickelungsgeschichte dieser Formen studirt haben werde.

1) Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze von *A. de Bary* und *M. Woronin.* II, Frankfurt a. M. 1866.

2) *Füisting* nennt sie *Woronin*'sche Hyphe.

3) L. c. p. 7.

oder einer Rosette von dicht gedrängten, nach der Spitze zu sich zusammenneigenden feinen, septirten Fäden, welche mit einem vollkommen hyalinen schleimigen Plasma erfüllt sind. (Tafel III, Fig. 1 und 2)[1]). Zwischen den Fäden einer solchen Rosette fand ich zuweilen einen kurzen, breiteren Faden (Taf. III, Fig. 1, *x*), dessen genaue Bedeutung ich einstweilen noch unerklärt lasse, obgleich es vielleicht ganz richtig wäre, ihn für das veränderte, oben schon erwähnte vermuthliche Befruchtungsorgan zu halten. Aus den Fäden dieser Rosette entwickeln sich in dem Maasse, wie das Perithecium wächst, die Elemente des Kerns — die Paraphysen und Asci, über deren allmähliche Entwickelung schon oben ausführlich gesprochen wurde.

Was die Wandungen der Perithecien betrifft, so erscheint in denselben eine Differenzirung in mehrere Schichten erst dann deutlich, wenn die Perithecien schon anfangen eine bestimmtere Form anzunehmen und die Elemente ihres Kerns schon ziemlich weit entwickelt sind, — folglich in solchen Exemplaren, an denen der Hals schon deutlich entwickelt ist, und hier, wie wir oben sahen, mit dunkelbraunen Härchen bedeckt. Auf welche Weise der Hals des Peritheciums und der in demselben sich befindende Ausführungs-Kanal sich bilden, mit Genauigkeit zu bestimmen, ist mir nicht gelungen. Als das Wahrscheinlichste muss angenommen werden, dass die Fäden, welche die Wandungen der Sphaerula bilden sich am Gipfel des jungen Peritheciums büschelig ordnen, um dann von hieraus bloss nach einer Richtung nach oben hin empor zu wachsen; die untere Partie des Kanals muss aber, was nach einigen Längsschnitten (Taf. II, Fig. 9) fast sicher zu schliessen, ist zum Theil wenigstens durch Resorption des an diesem Orte befindlichen Pilzgewebes gebildet werden.

An den Härchen, welche den Hals des Peritheciums bedecken, habe ich zuweilen das Abschnüren einer besondern Art kleiner sporenartiger oder richtiger conidienartiger Körper (*sp.* Fig. 8, Taf. III) bemerkt. Diese Conidien sind vollkommen farblos, kugelrund und enthalten inwendig einen farblosen, glänzenden Kern. Ob diese Körper keimen oder nicht, ist mir unbekannt geblieben.

An denselben Stellen, an welchen sich die Perithecien der Sordaria fimiseda entwickelten, fand ich fast jedes Mal einen Hyphomyceten, welcher unter dem Namen Arthrobotrys oligospora Fresen. bekannt ist, und wie wir später sehen werden

[1]) *A. Janowitsch* beschreibt eine eben solche Rosette in den jungen Perithecien der Pleospora herbarum Tul.

in seiner Entwickelung einige merkwürdige Erscheinungen darbietet. Freilich ist es mir nicht gelungen zu beweisen, dass zwischen der Sordaria fimiseda und Arthrobotrys oligospora in der That ein genetischer Zusammenhang existirt; dessenungeachtet bleibt es auffallend, dass diese beiden Pilzformen fast beständig und gleichzeitig an ein und derselben Stelle auftreten, was sogar in solchen Culturen geschieht, in welchen ausschliesslich Thecasporen der Sordaria fimiseda ausgesäet waren[1].

---

[1]) Die früher von mir ausgesprochene Meinung („Ueber den Polymorphismus bei den Pyrenomyceten." S. Petersburg 1866. Seite 28 und 29. (Russisch)), dass in den Fortpflanzungsorganen der Sordaria fimiseda wahrscheinlich eine Heteroecie auftreten soll, verliert bis jetzt noch nicht ihre Begründung und wird mit der Zeit vielleicht noch ihre Bestätigung erhalten.

III. Sordaria coprophila D. Ntrs.

(Hypoxylon coprophilum Fries, Summ. veget. scand. p. 348; — Sphaeria coprophila Fries, Syst. Mycol. II. p. 342; Cesat. in Hedwigia I. Bd. No. 15, tab. 14, B; in Rabenhorst, Herb. mycol. ed. nov. No. 257; — Sordaria coprophila Cesat. et DNtrs. Schem. sferiac. 25; — DNtrs. Sferiacei italici, Cent. I, fasc. 1. Genova 1863, p. 22).

(Taf. V. u. Fig. 1—7 der Taf. VI).

Die Sordaria coprophila DNtrs. fand ich auf ähnlichen kleinen Misthaufen, wie die Sordaria fimiseda und oft sogar beide Pilze beisammen. Dieser Pilz, welcher von mir mit demselben Erfolge auf Pferde-, wie auf Kuhmist gezogen wurde, bietet ein um so grösseres Interesse dar, als er in seinen Fortpflanzungsorganen einen Polymorphismus zeigt, welchen ich bei Sordaria fimiseda nicht bemerkt habe; bei Sordaria coprophila fand ich nämlich auf einem und demselben Mycelium: 1) Pycniden mit Mikrostylosporen, 2) Perithecien mit Thecasporen und 3) Conidien, welche wie wir sehen werden in Bezug auf ihre Entwickelung einen ganz besonderen Character besitzen.

Die Fäden des Myceliums bei Sordaria coprophila unterscheiden sich schwerlich durch irgend etwas besonderes von den Mycelfäden der Sordaria fimiseda. Es sind eben solche feine, sich verzweigende und septirte Hyphen, welche wie auch dort blassbraun gefärbt sind. Die völlig entwickelten und reifen[1]) Pycniden (Taf. V. Fig. 1 u. 2), welche an den Fäden dieses Myceliums sitzen, erscheinen als ziemlich regelmässig kugelförmige Körper von dunkelbrauner Farbe, und erreichen gewöhnlich im Durchmesser nicht mehr, als 0,05 Mm. —0,07 Mm. Die Wandungen einer solchen Pycnide bestehen aus einer oder zwei (?), mehr oder weniger dicken Schichten polygonaler Zellen. An der Spitze des Behälters befindet sich eine sehr kleine, runde,

---

[1]) Die jungen Entwicklungszustände der Pycniden sind mir unbekannt geblieben.

fast punktförmige Oeffnung, um welche meist 10—12 gerade oder nur wenig geneigte, fadenförmige uud gegliederte borstenähnliche Anhängsel in ungleicher Entfernung von einander stehen. Diese Borsten sind gewöhnlich 0,07 Mm. — 0,08 Mm. lang und zeichnen sich durch ihre Steifheit und ausserordentlich dunkle, braune, fast ganz schwarze Färbung aus. Die Pycniden der Sordaria coprophila haben hiernach viel Aehnlichkeit mit den Pycniden aller Pyrenomyceten überhaupt, erinnern aber am meisten durch ihren Bau an die Pycniden einiger Erysiphe-Arten, bei welchen bekanntlich diese Behälter gleichfalls fast immer mit einer besonderen Art von Anhängseln versehen sind. Wie bei anderen Pyrenomyceten, schnüren sich auch hier an den freien Enden der Sterigmen, welche den inneren Raum der Pycniden auskleiden, Stylosporen ab; dieselben sind hier sehr klein und sollen darum Mikrostylosporen genannt werden. Leider gelang es mir aus Mangel an Material nicht, die ganze Entwickelungsgeschichte der Pycniden mit der gewünschten Genauigkeit zu verfolgen und darum ist mir die Bildung der Sterigmen einstweilen noch unerklärt geblieben. Die hier gleichfalls in einem farblosen Schleime eingebetteten Mikrostylosporen werden bei ihrer Reife aus der Pycnidenöffnung in Form einer wurmförmig gewundenen, gelatinösen Ranke (Cirrhus) hervorgepresst. (Taf. V, Fig. 1 und 2). Die Mikrostylosporen selbst sind sehr kleine Zellchen von rundlicher, oder ovallänglicher Gestalt; sie sind völlig farblos und enthalten fast alle einen oder zwei kleine helle und glänzende Körnchen (Taf. V, Fig. 3 und 4).

In Wasser oder in sehr feuchter Atmosphäre, vergrössern sich die Stylosporen etwas im Umfange, schwellen auf und wachsen bald nachher zu Fäden aus.

Die geschwollenen und in Keimung begriffenen Stylosporen haben die merkwürdige Eigenschaft, ungemein leicht mit einander zu verwachsen; die Fig. 5 und 6 (Taf. V) stellen einige Beispiele davon dar. Aus Stylosporen, welche in ein frisches Mistdecoct ausgesäet waren, gelang es mir ein paar Male ein reiches Mycelium zu erhalten, auf welchem einen Monat nach der Aussaat eben solche mikrostylosporenhaltige Pycniden sich entwickelten; ausserdem zeigten sich auf den Fäden dieses aus Stylosporen künstlich erzogenen Myceliums jene eigenthümlichen Conidien, von welchen schon oben kurz Erwähnung gethan wurde, weiter unten aber noch ausführlicher die Rede sein soll.

Die allmähliche Entwickelung der Perithecien bei Sordaria coprophila zu studiren ist mir nicht gelungen; nach der Analogie und einigen der Fig. 7 (Taf. V)

ähnlichen Präparaten zu urtheilen, kann man aber fast mit Sicherheit annehmen, dass hier eben solche Erscheinungen vorgehen, als bei Sordaria fimiseda.

Die völlig ausgewachsenen und entwickelten Perithecien der Sordaria coprophila (Taf. V, Fig. 1), welche gewöhnlich eine Grösse von 1—1½ Millim. erreichen, besitzen gleichfalls eine kolben- oder eher birnförmige Gestalt. Am Ende der verlängerten und etwas verengten Spitze befindet sich auch hier eine kleine, runde Oeffnung — das Ostiolum. Der Hals des Peritheciums ist hier nie, wie bei Sordaria fimiseda, mit besonderen Anhängseln (Härchen) bedeckt, statt dessen hat aber die Oberfläche des Peritheciums, wenn auch nicht überall, doch wenigstens stellenweise ein etwas rauhes Aussehen, was lediglich davon herkommt, dass die Enden jener Fäden, aus welchen die Wände des Peritheciums gewebt sind, nicht allein von der Oberfläche abstehen, sondern hier und da auch in ihre einzelne Glieder zerfallen. Wenn auch die Wände des Peritheciums hier gleichfalls aus mehreren Zellenlagen bestehen, so besitzen dieselben doch keine so complicirte Structur, wie bei Sordaria fimiseda. Durch den ganzen Hals entlang verläuft ein enger Ausführungskanal, der allenthalben mit sehr feinen und zarten Periphysen bekleidet ist.

Der Kern des Peritheciums besteht aus zahlreichen Ascis und vielleicht einer höchst unbedeutenden Anzahl an Paraphysen. Die Entwickelung der Schläuche und Thecasporen geht bei Sordaria coprophila in der Hauptsache eben so vor sich, wie bei Sordaria fimiseda. Hier, wie dort, kann man in dem schleimigen, farblosen und feinkörnigen Inhalte junger, noch nicht ausgewachsener Schläuche nicht selten einen Zellkern finden; derselbe liegt hier gewöhnlich, wie auf Fig. 1 (Taf. VI) dargestellt ist, in einem besonderen Theile des Plasma — in dem sogenannten Protoplasma. Anfangs nimmt dieses nur den mittleren und verhältnissmässig noch sehr kleinen Theil des Schlauches ein; der ganze übrige Raum des Ascus ist mit dem sogenannten Epiplasma[1]) angefüllt. Bald aber verändert sich im Ascus das Verhältniss zwischen diesen beiden Substanzen sehr merklich; der vom Protoplasma eingenommene Raum wird immer grösser und grösser, auf Kosten des Epiplasmas, welches zuletzt, in reiferen Ascis, ganz verschwindet. Der Zellkern im Protoplasma ver-

---

[1]) Die Kunstausdrücke Protoplasma und Epiplasma zur Bezeichnung der beiden Inhaltsmassen der Asci wurden zuerst von Prof. *de Bary* gebraucht (Siehe *de Bary* „Ueber die Fruchtentwickelung der Ascomyceten", 1863, und auch meine schon oben erwähnte Arbeit über Ascobulus pulcherrimus.

geht und anstatt seiner erscheinen simultan acht (Taf. VI, Fig. 2 und 3) spindelförmige, farblose Primordialzellen, welche Anfangs nicht selten (Taf. VI, Fig. 2) sowohl unter einander, als auch mit den Wandungen des Ascus durch feine plasmatische Stränge verbunden sind. — Aus diesen spindelförmigen Primordialzellen entwickeln sich nun auf dieselbe Weise, wie bei Sordaria fimiseda die Thecasporen, an welchen man gleichfalls im reifen Zustande die Spore selbst von den zweierlei Arten von Anhängseln unterscheiden muss (Taf. IV, Fig. 4 — 7). Die rundlich-eiförmige, nach der Spitze zu etwas verschmälerte Spore der Sordaria coprophila, deren Exosporium auch hier anfangs grün (Fig. 6) darauf aber dunkel olivenbraun (Fig. 7) gefärbt ist, erreicht gewöhnlich in der Länge nur 0,016 Millim., ist also bedeutend kleiner, als bei Sordaria fimiseda. Das hyaline und etwas gebogene schweifartige Anhängsel — der Stiel der Spore — ist dagegen bei Sordaria coprophila viel grösser, besitzt eine Länge von 0,06 bis 0,1 Millim. Im Stiele der reifen Sporen trifft man zuweilen (Fig. 7) eine oder zwei, wie es scheint ganz zufällige Querscheidewände. Was die gallertartigen Anhängsel der Thecasporen betrifft, so sind sie bei Sordaria coprophila, wie aus den oben angeführten Figuren schon hinreichend deutlich zu sehen ist, bei weitem nicht so stark entwickelt, als bei Sordaria fimiseda, und spielen darum wahrscheinlich hier bei der Sporenentleerung eine minder wichtige Rolle als dort. Die Thecasporen werden bei Sordaria coprophila nicht bis auf eine so ansehnliche Höhe fortgeschleudert, wie bei Sordaria fimiseda, sie werden sogar nicht selten am Ostiolum haufenweise angesammelt.

Sehr charakterisch und bemerkenswerth ist für Sordaria coprophila ein im Epiplasma in der Schlauchspitze auftretender farbloser, stark glänzender, fettartiger und dem äussern Ansehen nach compacter kernartiger Körper (Taf. VI, Fig. 2—4), dessen Bedeutung mir bis jetzt noch völlig unerklärt geblieben ist. In Alkohol lösst sich dieser Körper nicht auf, — mit Jod behandelt nimmt er nur eine ganz schwache gelbliche Färbung an. Derselbe erscheint im Schlauche von dem Zeitpunkte an, wo die Bildung der Thecasporen eintritt; er bleibt während der ganzen Zeit im Schlauche unverändert und wird zuletzt mit den Thecasporen aus dem Ascus herausgeschleudert. Der ganze körnige plasmatische Inhalt wird während der Sporenreifung völlig verbraucht, so dass die reifen Thecasporen nebst dem eben beschriebenen Kerne im Schlauche, vor der Ejaculation, nur noch von einer farblosen, wässrigen Flüssigkeit umgeben werden.

Das Aufspringen der Asci erfolgt bei Sordaria coprophila entweder mittelst einer apicalen Oeffnung, oder es wird hier, wie bei den beiden vorher betrachteten Pilzen, die Schlauchspitze in Form eines kleinen Fingerhutes abgeworfen.

Die Keimung der reifen Thecasporen von Sordaria coprophila geschieht (wie aus Fig. 7, Taf. VI zu sehen ist) ganz so, wie bei Sordaria fimiseda. An dem etwas verschmälerten oberen Ende der Thecaspore befindet sich im Exosporium eine kleine Oeffnung (Porus); das farblose Endosporium dringt aus dieser hervor und bildet hier sogleich eine kugelförmige Anschwellung, aus welcher bald ein, zwei oder mehrere Fäden hervorzuwachsen anfangen. Aus solchen keimenden Thecasporen, die auf Mist ausgesäet waren, erhielt ich einige Male ein ausgezeichnetes Mycelium; aber kein einziges Mal ist es mir hier gelungen, wie bei der Sordaria fimiseda eine solche Cultur bis zur Bildung neuer Perithecien zu bringen.

Es ist interessant, dass bei dieser Sordaria eben so wie auch bei Sordaria fimiseda unreife Thecasporen gleichfalls keimen können (Taf. V, Fig. 17 und 18). Wenn man noch unentwickelte Thecasporen in ein frisches Mistdecoct oder selbst in Wasser legt, so theilen sich dieselben meist durch Querwände in mehrere Fächer (Fig. 18) und treiben darauf einfache und manchmal auch verzweigte Fäden, an denen was das wichtigste ist, die nämlichen Konidien auftreten, wie sie bei derselben Sordaria coprophila in grosser Anzahl fast auf jedem Myceliumfaden angetroffen werden,

Diese Konidien fand ich vor drei Jahren zum ersten Mal und gab damals auf Naturforscher-Versammlung zu Frankfurt a. M. eine kurze Beschreibung derselben. (Tageblatt der 41. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 1867, p. 70). Die Konidienbildung erfolgt auf kurzen Zweigen noch nicht sehr alter Fäden des Myceliums. Diese Zweige, welche grösstentheils einfach und bloss ein- oder zweizellig sind, besitzen, wie aus den beiliegenden Figuren (Fig. 1, 7, 8, 12 — 15, Taf. V) zu sehen ist, die Gestalt kleiner Flaschen, die am Grunde etwas verengt sind. Es entspringen zuweilen an diesen Zweiglein wiederum seitliche Verzweigungen (Taf. V, Fig 9, 11 und 12) deren jede nur eine Wiederholung des Zweiges erster Ordnung ist. Sie haben vollkommen dieselbe Gestalt, wie die ersteren, und an den Enden sowohl dieser, als auch jener entwickeln sich äusserst feine, kugelförmige Konidien. Die Entwickelung dieser Körper bietet eine höchst eigenthümliche Erscheinung dar; dieselben entstehen nämlich nicht, wie alle andere Pilz-Konidien, durch einfache Abschnürung, sondern durch Herausfliessen oder, richtiger, durch successives Abtröpfeln.

Es geschieht folgendermassen: die betreffenden Aeste erhalten an der Spitze eine kreisrunde Oeffnung und werden hierbei etwas trichterförmig erweitert; aus dem so entstandenen Loche wird nun das nach der Astspitze vordringende Protoplasma in Form von kleinen Tröpfchen herausgepresst. Fig. 14 (Taf. V) zeigt, dass das Plasma aus dem Zweige durch seine apicale, trichterförmige Oeffnung tropfenweise ausfliesst, und dass während des Ausfliessens jeder dieser tropfenähnlichen Körper nicht allein die kugelige Form annimmt, sondern auch noch eine Membran und einen kleinen, centralen, starkglänzenden Zellkern erhält. Die Bildung einer jeden solchen Konidie bedarf meistens einen Zeitraum von $1^1/_2$ bis zwei Stunden. Die Zahl der aus einem Seitenzweiglein ausfliessenden Konidien kann sehr gross sein; dieselben häufen sich an den Spitzen der Zweigenden Fig. 9 u. 10, Taf. V) zu einer Kugel an, fallen aber bei der geringsten Erschütterung oder so bald sie in Wasser gerathen sehr leicht auseinander. Aber selbst in diesem letzten Falle wird die Entwickelung der Konidien nicht im geringsten verzögert; sie wird in der nämlichen Weise so lange noch fortgesetzt, bis aus den konidienbildenden Zweigen der ganze Inhalt völlig herausgeflossen ist. Nach allem dem, was eben gesagt worden ist, stellen diese kleinen Körperchen gewissermaassen eine Mittelstufe zwischen Zoosporen und ächten Konidien dar. Ob nun aber diese Körperchen in der That ebenso keimen, wie alle übrigen Pilz-Konidien, und ob sie überhaupt noch die Rolle von Konidien spielen oder ob sie nicht vielleicht für die Entwickelungsgeschichte des Pilzes irgend eine andere Bedeutung besitzen — das Alles ist mir noch nicht hinreichend klar geworden. Ich benenne sie aber dennoch Konidien desshalb, weil sie durch in ihre Gestalt und ihr Auftreten an dem Mycelium am meisten anderen Konidien entsprechen und weil ausserdem diese nämlichen Körper in einigen, wenn auch ziemlich seltenen Fällen, an denselben Pilzfäden auch durch Abschnüren sich bilden können. (Siehe Taf. V, Fig. 18 und 19).

Zum Schlusse bleibt mir nur noch die Aehnlichkeit hervorzuheben, welche diese Konidien der Sordaria coprophila mit jenen kleinen konidienartigen Körpern haben, die, wie oben gezeigt wurde (Taf. III, Fig. 8), an den Härchen des Peritheciums von Sordaria fimiseda abgeschnürt werden. Ob diese kleinen Körper in beiden Fällen völlig gleichbedeutend sind oder nicht — das ist eine Frage, die ich noch nicht habe entscheiden können.

IV. Arthrobotrys oligospora Fresen.

(*Fresenius*, Beiträge zur Mykologie p. 18, Taf. III, Fig. 1 — 8. — *Corda*, Prachtflora. — *Coemans*, Bulletins de la Soc. royale de Botanique de la Belgique *t*. II (1863) p. 167. — *De Bary*, Morphologie und Physiologie der Pilze etc., 1866, p. 46).

(Fig. 8 — 23, Taf. VI.)

Arthrobotrys oligospora, habe ich, wie schon oben bemerkt wurde, beständig in Gesellschaft der Sordaria fimiseda gefunden und eine Zeit lang glaubte ich sogar, dass zwischen diesen beiden Pilzen ein genetischer Zusammenhang bestehe. Dieses durch eine directe Beobachtung zu beweisen ist mir jedoch bei den unternommenen Aussaaten der Sporen beider Pilze kein einziges Mal gelungen, es glückte nie die eine Pilzform aus der andern zu erhalten. Nichts desto weniger halte ich es nicht für überflüssig, hier, wenn auch nur kurz, jene wenigen Facta zu beschreiben, welche ich bei der Untersuchung dieses Hyphomyceten erhielt[1]). Die einzige ganz richtige Beschreibung und genaue Abbildung von Arthrobotrys oligospora finden wir bei *Fresenius* in seinen „Beiträgen zur Mykologie." *De Bary* giebt in seinem Werke eine Copie der *Fresenius*'schen Zeichnung und fügt in der Beschreibung des Pilzes zu dem von *Fresenius* Gesagten nichts neues hinzu. Sowohl *Fresenius* als auch *de Bary* sprechen nur von der äussern Gestalt des Pilzes, von seinen Fruchthyphen und von der Entwickelung der Sporen auf denselben. Was aber das Keimen der Sporen dieses Pilzes und überhaupt seine ganze weitere Entwickelung anbelangt, so ist darüber in der Litteratur nirgends etwas zu finden. *Dr. Loew's* Abhandlung (Ueber Arthrobotrys oligospora (*Münter*) in der Bot. Zeit. 1867, pag. 73), sowie auch jene Behauptungen *Münter's* (*Münter* „Ueber Fichtennadelrost." Bot.

[1]) Arthrobotrys oligospora ist, meiner Meinung nach, jedenfalls keine selbständige Pilzform und ich bin am meisten geneigt, dieselbe für eine Konidienform irgend eines Pyrenomyceten zu halten.

Untersuch. herausgegeben von *H. Karsten*, pag. 221), nach welchen Arthrobotrys oligospora mit der Entwickelungsgeschichte der Chrysomyxa Abietis *Unger* in directem Zusammenhange stehen soll, können hier völlig unberücksichtigt gelassen werden, da nachgewiesen ist, dass diese beiden Gelehrten Trichothecium roseum *Link* irrthümlicher Weise für Arthrobotrys oligospora gehalten und als diese beschrieben haben[1]). Den Habitus von Arthrobotrys oligospora hier wiederum zu beschreiben wäre bloss eine Wiederholung des von *Fresenius* und *de Bary* Gesagten; daher halte ich es für vollkommen genügend, einfach auf ihre Angaben und auf meine eigenen Zeichnungen zu verweisen (Taf. VI, Fig. 8—10, 16) und sogleich zur Beschreibung der von mir untersuchten Keimung der Sporen überzugehen.

Die Sporen der Arthrobotrys oligospora bestehen, wie bekannt, aus zwei ungleichgrossen Zellchen — einer oberen, grösseren, rundlichen und einer unteren, kleineren, welche an ihrem Ende mit einem sehr kleinen Fortsatze — der Anheftungstelle der Spore am Fruchtträger — versehen ist. Sobald diese Sporen auf feuchte sErde, frischen Mist oder selbst in Wasser gerathen, fangen dieselben an zu keimen. Obgleich beide Fächer der Spore keimfähig sind (Taf. VI, Fig 12), geschieht dennoch die Keimung derselben weit häufiger bloss durch die untere, kleinere Zelle. Zuweilen wachsen aus dieser unteren Zelle, statt eines, 2 oder gar 3 Keimfäden hervor. (Fig. 11). Das Hauptsächlichste aber was von mir beim Keimen der Sporen der Arthrobotrys oligospora bemerkt wurde, besteht darin, dass die aus ihnen hervorkeimenden Fäden, bei vollkommen gleichen Bedingungen und folglich scheinbar ohne jede äussere Ursache, in zwei verschiedenen Formen erscheinen.

1. Entweder entwickeln sich die Fäden (Fig. 11) auf gewöhnliche Weise zu einem einfachen Mycelium, dessen vielgliederige, sich verzweigende Hyphen, wie bei jedem andern Mycelium, unregelmässig nach allen Seiten verlaufen.

2. Oder die aus den Sporen hervorkeimenden Fäden nehmen eine andere, höchst eigenthümliche Gestallt an. Der aus der Spore herauswachsende Faden wächst nicht, wie im vorhergehenden Falle, in gerader Richtung, sondern biegt sich bald bogen- oder hakenförmig um; das freie Ende dieses Hakens geht bis zur Spore, legt sich fest an dieselbe an und verwächst an der Berührungsstelle mit derselben vollständig. Es bildet sich hier, wie wir sehen, eine Oese; — die bogenförmig einge-

---

[1]) Dieser Irrthum ist gleich damals von Prof. *de Bary* (in der Bot. Zeitung 1867, pag. 76) angezeigt worden.

knickte Hyphe, die diese bildet, wird durch mehrere Querwände septirt (Fig. 12). Bald nachdem wächst aus der Oese ein neuer Faden hervor, der sich gleichfalls bogenförmig zurückbiegt, seinerseits eine Oesc bildend, und auf dieselbe Weise entsteht in kurzer Zeit eine ganze Reihe solcher Oesen, welche alle eine aus der andern entspringen und untereinander verwachsen. Es tritt aber nicht immer in der Erscheinung der Oesen dieselbe strenge Regelmässigkeit ein, — so können z. B. aus einer und derselben Oese nicht eine, sondern zwei oder drei neue hervorwachsen, oder einer der Fäden wächst, statt eine Oese zu bilden, plötzlich ohne jede merkbare Ursache, in einen gewöhnlichen, geraden Pilzfaden aus, oder endlich kann auch eine Verwachsung sowohl der Oesen unter einander, als auch der Oesen mit den geraden Fäden des Myceliums völlig unregelmässig eintreten.

Zur Verdeutlichung dieser sonderbaren Oesenbildungen, welche am Mycelium der Arthrobotrys oligospora vorkommen, gebe ich auf der beigefügten Taf. VI eine Anzahl Zeichnungen (Fig. 12—19); zu allem Gesagten muss ich indessen noch hinzufügen, dass die Bildung der Oesen immer in einer horizontalen Fläche vor sich geht, — nie habe ich gesehen, dass sie sich von ihrem Substrate aufwärts erheben und folglich vertical stehen.[1])

Die Fruchtträger von Arthrobotrys oligospora wachsen ungleich häufiger aus den gewöhnlichen geraden Fäden des Myceliums (Fig. 8—10), als aus seinen Oesen, und zuweilen entspringen dieselben direct aus der Spore, ohne dass sich vorher irgend ein Mycelium gebildet hätte. (Vergl. Fig. 16 und 20).

Unabhängig von Allem, was ich oben gesagt habe, muss ich zum Schlusse noch eine andere Eigenthümlichkeit erwähnen, welche ich bei Arthrobotrys oligospora bemerkt und auf den vier letzten Figuren (Fig. 20—23) der VI. Tafel abgebildet habe. Die Sache ist die, dass die Sporen dieses Pilzes, auf Objectträgern einfach in Wasser ausgesäet, nicht selten in Hyphen ausgewachsen, an welchen sich, statt der gewöhnlichen Fructification, andere ziemlich grosse, ebenfalls sporenartige, kugelige Körper entwickeln. Diese Sporen sitzen immer einzeln und dabei grösstentheils an den freien Enden der Fäden (Fig. 20 — 22), zuweilen aber auch seitlich

---

[1]) Herr *Rosanoff* hst mir mitgetheilt, dass er bei Arthrobotrys oligospora, die sich bei ihm auf einer faulen Kartoffel entwickelte, eben solche Oesen gefunden habe nnd dass sie auch immer nur in einer horizontalen Fläche lagen.

(Fig. 21 und 23). Gewöhnlich wird der unmittelbar unter der kugelförmigen Spore liegende Theil des Fadens etwas erweitert, und in einigen Fällen sogar vom übrigen Theile des Tragfadens durch eine Querwand, in Form einer entweder etwas verlängerten (Fig. 20—23) oder kugelförmigen Zelle (Fig. 23) abgegliedert. Diese Sporen sind ganz farblos und enthalten dichtes körniges Plasma, in welchem zuweilen Vacuolen auftreten (Fig. 20.) Ich habe nicht gesehen, dass diese sporenartigen Körper von ihren Fäden jemals abfielen. Das Keimen derselben, welches mir einige Male zu verfolgen gelang, geht auf gewöhnliche Weise vor sich; — die aus diesen Sporen hervorwachsenden Hyphen zeichnen sich durch nichts besonderes aus.

Weiteren Forschungen bleibt es nun überlassen, die wirkliche Bedeutung beider Sporenarten der Arthrobotrys oligospora genau zu erklären. Meiner Meinung nach ist dieser Hyphomycet, wie ich schon oben bemerkte, nichts anderes, als die Konidienform irgend eines Pyrenomyceten.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Sphaeria Lemaneae Cohn.

(Fig. 11 ist bei 160-, alle übrigen Figuren bei 620-facher Vergrösserung gezeichnet).

Fig. 1-4. Erste Anlagen der Perithecien.

Fig. 5. u. 6. Perithecien in einem etwas weiter entwickelten Stadium. Sie haben hier das Ansehen kleiner, noch ganz farbloser, Faden-Knäuel.

Fig. 7-9. Noch weiter entwickelte Perithecien, welche als kugelförmige, vielzellige Körper erscheinen, die schon eine etwas bräunliche Färbung annehmen. Fig. 7 und 8 stellen Theile sehr feiner Schnitte durch das Gewebe der Lemanea dar, in welches die Perithecien des Pilzes eingesenkt sind.

Fig. 10. Ein ziemlich ausgewachsenes Perithecium. Oben ist ein Theil der äussern, braunen Hülle abgeschnitten, und hier sieht man, dass der Kern (Nucleus) des Peritheciums in diesem Alter aus sehr zarten Zellen besteht.

Fig. 11. Längsdurchschnitt durch ein vollkommen entwickeltes Perithecium, welches im Gewebe der Lemanea eingesenkt ist. Aus der Oeffnung des Peritheciums ragen die Enden der reifen Asci hervor; die Thecasporen werden aus ihnen direct in Wasser ausgeschleudert.

Fig. 12. Zwei schon fast ganz reife Asci, welche auf der subhymenialen Schicht aufsitzen.

Fig. 13. Zwei noch ganz junge Asci; *n* ist der Zellkern.

Fig. 14. Ein Ascus mit 8 jungen, eben erst angelegten Thecasporen.

Fig. 15. Ein eben solcher Ascus in schwacher Schwefelsäure betrachtet. — Die Membran des innern Schlauches ist stark aufgequollen.

Fig. 16-19. Diese Figuren zeigen den ganzen Gang des Ausstreuens der Thecasporen aus den Asci. — Fig. 16. Völlig reifer Ascus einige Minuten vor dem Anfange der Ausleerung. Die Wand des Ascus besteht aus den zwei „in einander geschachtelten Schläuchen"; in dem innern Schlauche sind die reifen Sporen eingeschlossen. — Fig. 17. Aus dem äusseren, an der Spitze aufgerissenen Schlauche ragt der jetzt bedeutend verlängerte innere Schlauch hervor. — Fig. 18. Die Ejaculation der Sporen hat sich soeben vollzogen. Die Membran des inneren Schlauches ist stark angeschwollen. — Fig. 19. Ein ausgeleerter Ascus, etwa zehn Stunden nach dem Ausstreuen betrachtet. Die Membran des innern Schlauches fängt an sich aufzulösen, sie verwandelt sich in eine schleimige Masse.

Fig. 20. Ein eben solcher Ascus, wie der in Figur 17 abgebildete unter der Einwirkung von Jod betrachtet. Die Sporen und der körnige Inhalt des innern Schlauches färben sich durch Jod gelb; die Membran dieses schwillt dabei, besonders an der Spitze, etwas an.

Fig. 21. Sechs Thecasporen, von welcheu 5 anfangen in Fäden auszuwachsen.

Fig. 22. Ein aus der Thecaspore hervorgewachsener Faden, welcher in den Thallus der Lemanea eindringt.

Fig. 23. Myceliumfäden, die sich im Gewebe einer gesunden Lemanea aus darauf gesäeten Thecasporen entwickelt haben. — *x* sind kugelförmige Anschwellungen, die vielleicht auch Anlagen junger Perithecien sind. —

Tafel II.

Sordaria fimiseda DNtrs.

(Fig. 1-3 sind bei 720-, Fig. 4-7 bei 620-, Fig. 9 bei 160-, Fig. 8, 11 nnd 12 bei 120- und Fig. 14 bei 65-facher Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1-3. Erste Anlagen der Perithecien.

Fig. 4 und 5. Noch ganz junge Perithecien, welche in der Gestalt von Fadenknäueln erscheinen.

Fig. 6. Ein solcher Knäuel, in schwacher Glycerin-Lösung und bei einem leisen Drucke auf das Deckglas betrachtet.

Fig. 7. Ein etwas weiter entwickelter Knäuel, welcher schon anfängt, eine bräunliche Färbung anzunehmen, gleichfalls in einer schwachen Glycerin-Lösung betrachtet. — *pr. m.* = Primäres Mycelium. — *s. m.* = Secundäres Mycelium.

Fig. 8. Ein eben solches Object, bei viel geringerer Vergrösserung betrachtet. — *pr. m.* und *s. m.* wie in der vorigen Figur.

Fig. 8. *a* ein junges Perithecium in natürlicher Grösse, *b* ein Längsdurchschnitt durch dasselbe, 160 Mal vergrössert.

Fig. 10. Vollkommen entwickelte Perithecien, mit einer schwach vergrössernden Lupe betrachtet.

Fig. 11 und 12. Zwei ausgewachsene Perithecien; das eine ist kolbenförmig (Fig. 11), das andere hat einen gebogenen Hals (Fig. 12).

Fig. 13. Ein kolbenförmiges, normal entwickeltes Perithecium mit ausserordentlieh verlängertem Halse, durch eine stark vergrössernde Lupe betrachtet.

Eig. 14. Ein Perithecium mit gewundenem, fast spiraligem Halse.

Tafel III.

Sordaria fimiseda DNtrs.

(Fig. 8 Vergröss. 620, Fig. 2-5, 9, 11, 12 Vergr. 320, Fig. 1, 6, 10, 13 Vergr. 160, Fig. 7 Vergr. 90.)

Fig. 1. Kern des Peritheciums in einem noch sehr jungen Entwickelungszustand: *n* ist der breite, kurze Faden, welcher vielleicht einen Rest des Befruchtungsorgans (?) darstellt.

Fig. 2. Pilzfäden, welche den Kern eines jungen Peritheciums bilden. — *n* ist der Nucleus, welcher nicht selten in den Endzellen dieser zarten Fäden angetroffen wird.

Fig. 3 und 4. Elemente des Kerns weiter ausgebildeter Perithecien; sie bestehen aus zarten, vielzelligen, unverzweigten Paraphysen und aus jungen Asci. — *n* (in Fig 3) ist der Nucleus des Ascus.

Fig. 5. Stückchen einer feinen Durchschnittslamelle aus dem unteren Theile eines noch nicht völlig entwickelten Peritheciums. In dem Gewebe, aus welchem die Wandungen eines solchen Peritheciums bestehen, kann man nicht, wie in reifen, mehrere gesonderte Schichten unterscheiden.

Fig. 6. Längendurchschnitt durch ein reifes, kolbenförmiges Perithecium. Die Zeichnung ist nur theilweise ausgeführt.

Fig. 7. Längendurchschnitt durch ein völlig entwickeltes retortenartiges Perithecium.

Fig. 8. Eines der Härchen, welche die Oberfläche des Perithecium-Halses bedecken. *sp.* — konidienartige Körper oder Sporen, welche von diesen Härchen abgeschnürt werden.

Fig. 8. Ein junger Ascus, in welchem erst eben die Thecasporen angelegt worden sind. Diese erscheinen noch als Primordialzellen; in einigen derselben sieht man noch den Zellkern.

Fig. 10-12. Junge, noch nicht ausgebildete Thecasporen.

Fig. 13. Eine eben solche, in Wasser keimend; es wachsen aus ihr zwei Fäden hervor.

Tafel IV.

Sordaria fimiseda DNtrs.

(Fig. 1, 4, 7 und 8 Vergr. 320, die übrigen Figuren 169.)

Fig. 1. Acht Thecasporen, von welchen zwei schon ganz reif, sechs aber noch völlig farblos und unentwickelt sind. Die sechs unreifen keimen in Wasser und geben ein kräftiges Mycelium.

Fig. 2. Zwei Asci mit ganz reifen Thecasporen.

Fig. 3. Der obere Theil eines reifen, mit möglichster Vorsicht zerschnittenen Ascus. Sehr deutlich ist hier zu sehen, dass die gallertartigen Anhängsel der Thecasporen beim Heraustreten aus dem Ascus sich gerade ausstrecken.

Fig. 4. Eine vollkommen erwachsene, aber noch nicht reife Thecaspore.

Fig 5 und 6. Zwei völlig reife Thecasporen; Fig. 5 gleich nach dem Heraustreten aus dem Ascus, Fig. 6 etwa drei Stunden nach der Ejaculation.

Fig. 7. Eben aus dem Ascus herausgeschleuderte Thecasporen. — *as* ist die Spitze des Ascus (Mützchen oder Fingerhut).

Fig. 8-10. Thecasporen, die auf frisch ausgekochtem Mist gekeimt haben.

Tafel V.

Sordaria coprophila DNtrs.

(Fig. 1 Vergr. 90, Fig. 2, 3, 5, 6 und 9 Vergr. 320, Fig. 10, 13 und 16 ungefähr 1000, alle übrigen 620).

Fig. 1. An einem und demselben Mycelium sitzen: ein Perithecium, eine Pycnide und Konidien. — *b* ist 90 Mal vergrössert, *a* mit einer schwach vergrössernden Lupe betrachtet.

Fig. 2 eine Pycnide.

Fig. 3 und 4. Microstylosporen, welche schon einige Zeit in Wasser gelegen haben.

Fig. 5 und 6. Keimende Microstylosporen.

Fig. 7 und 8. Fäden des Myceliums mit den flaschenförmigen kurzen Zweigen, aus welchen die Konidien herausgetröpfelt werden. Auf Fig. 7 ist ausserdem ein bräunlicher Fadenknäuel abgebildet, welcher vielleicht als ein jugendliches Perithecium zu betrachten ist.

Fig. 9 bis 16. Konidienbildende Zweige des Myceliums in ihren verschiedenen Formen und allen Stadien der Entwickelung. In Fig. 14 ist die Spitze eines und desselben Zweiges in verschiedenen Stunden abgebildet, — von 10 Uhr 15 Min. Vormittags an (*a*), bis zu 1 Uhr 10 Min. Nachmittags (*g*).

Fig. 17 und 18. Noch unentwickelte und unreife Thecasporen, die in Wasser keimen und eben solchen konidienbildenden Zweigen des Ursprung geben. — Diese Konidien bilden sich zuweilen durch einfaches Abschnüren, wie die gewöbnlichen Pilzkonidien, was auf Fig. 18 und 19 dargestellt ist.

Tafel VI.

(Fig. 3 Vergr. 620 ; Fig. 8 Vergr. 230; Fig. 11, 16, und 21 Vergr. 160; alle übrigen Figuren bei 320-facher Vergrösserung.

Fig. 1—7. Sordaria coprophila DNtrs.

Fig. 1-4. Junge Asci in verschiedenen Stadien der Entwickelung.

Fig. 5 und 6. Nicht völlig entwickelte Thecasporen.

Fig. 7. Vier reife Thecasporen, die auf frischen Mist ausgesäet waren; zwei von ihnen fangen an zu keimen.

Fig 8—23. Arthrobotrys oligospora. Fresen.

Eig. 8. Zwei Fruchthyphen mit noch ansitzenden Sporen.

Fig. 9 und 10. Eben solche Hyphen, an welchen die Sporen theilweise schon abgefallen sind, theilweise aber noch aufsitzen.

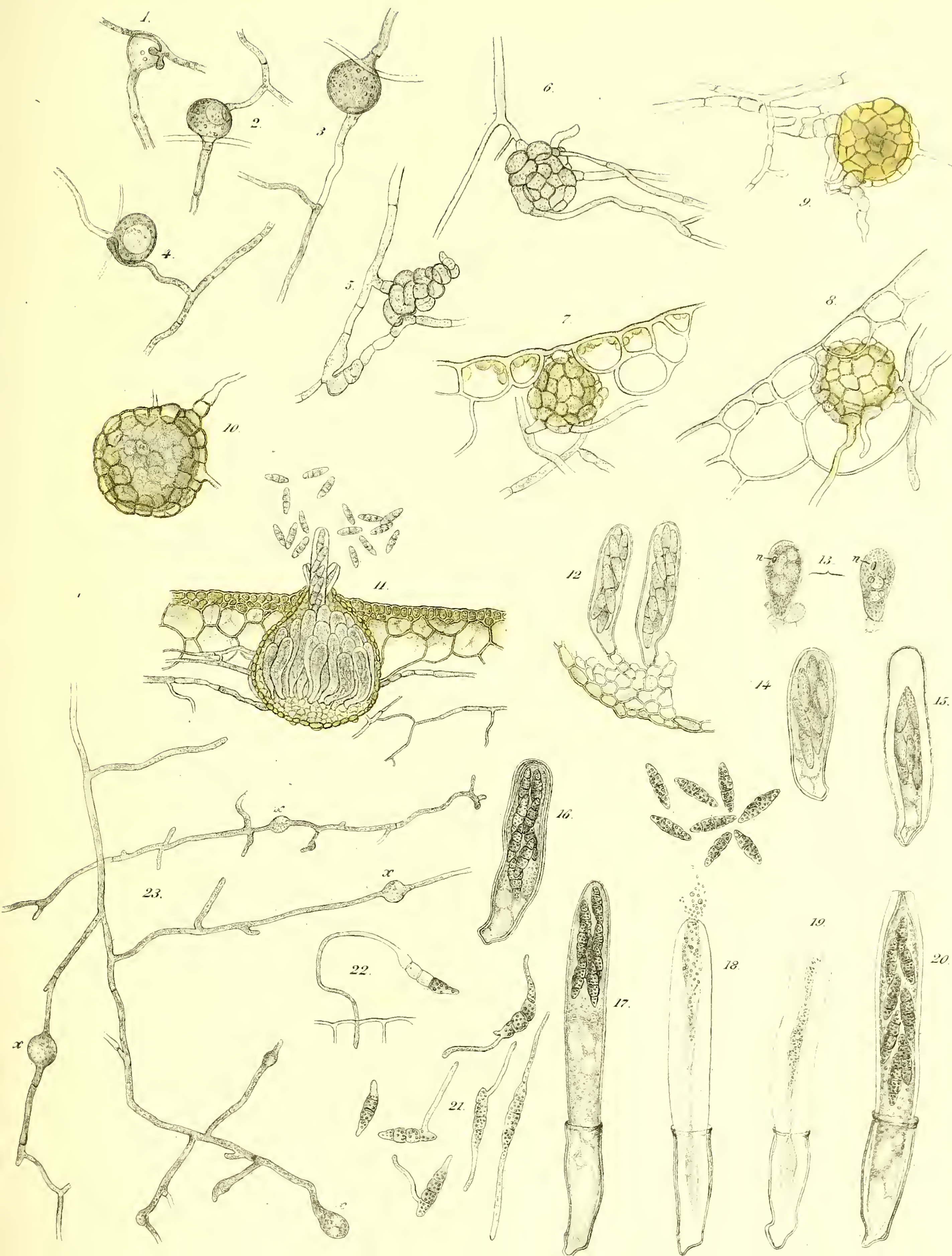
Fig. 11. Einfach keimende Spore; — die aus ihr hervorwachsenden Hyphen bilden ein gewöhnliches Mycelium.

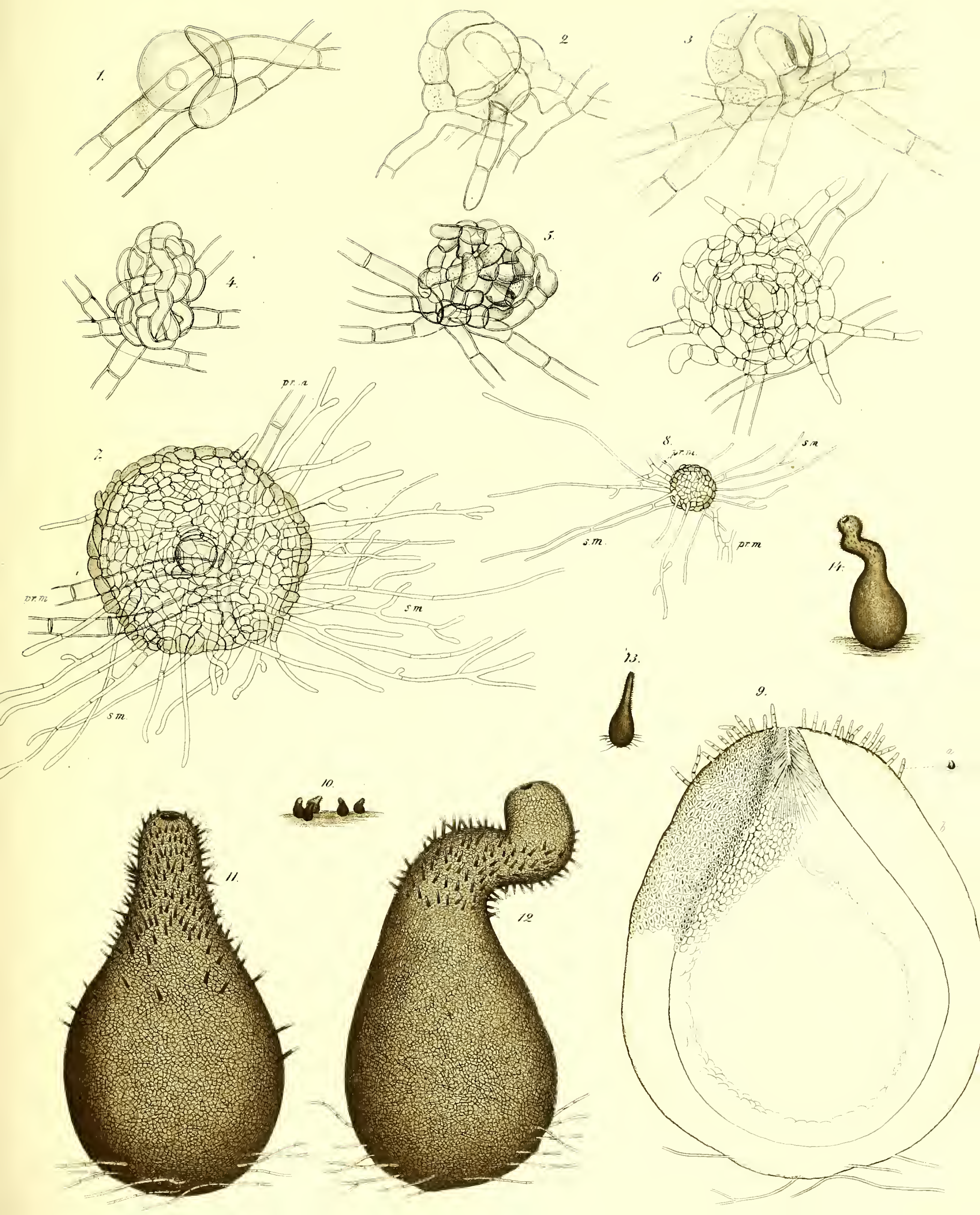
Fig. 12-16 und 18. Die aus den Sporen entspringenden Hyphen bilden Oesen, welche unter einander verwachsen.

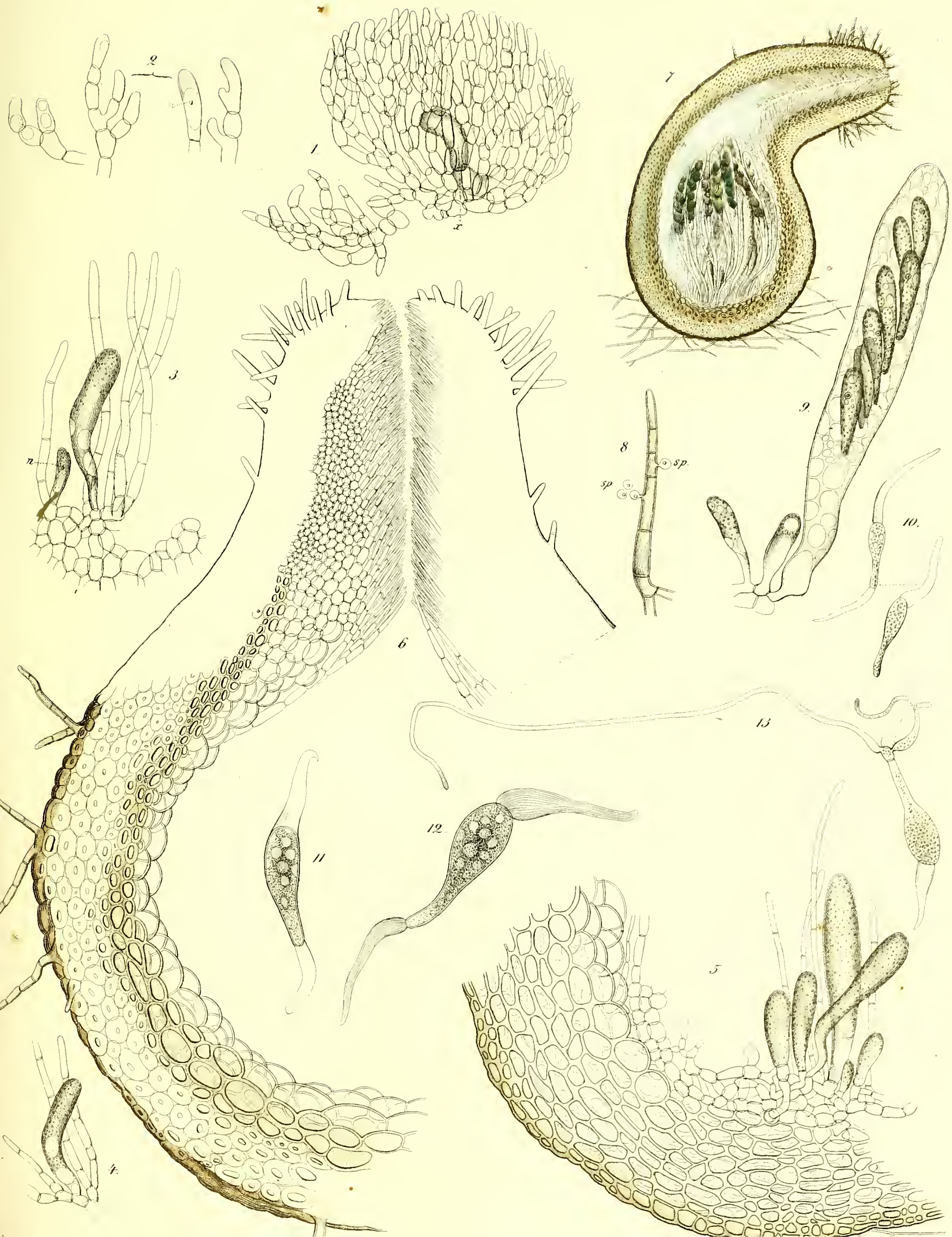
Fig. 17 und 19. Fäden eines Myceliums, an welchen sich ebenfalls solche Oesen bilden. In Fig. 16 wächst aus der Spore ausser der Oese eine gewöhnliche, aufrechte Fruchthyphe hervor.

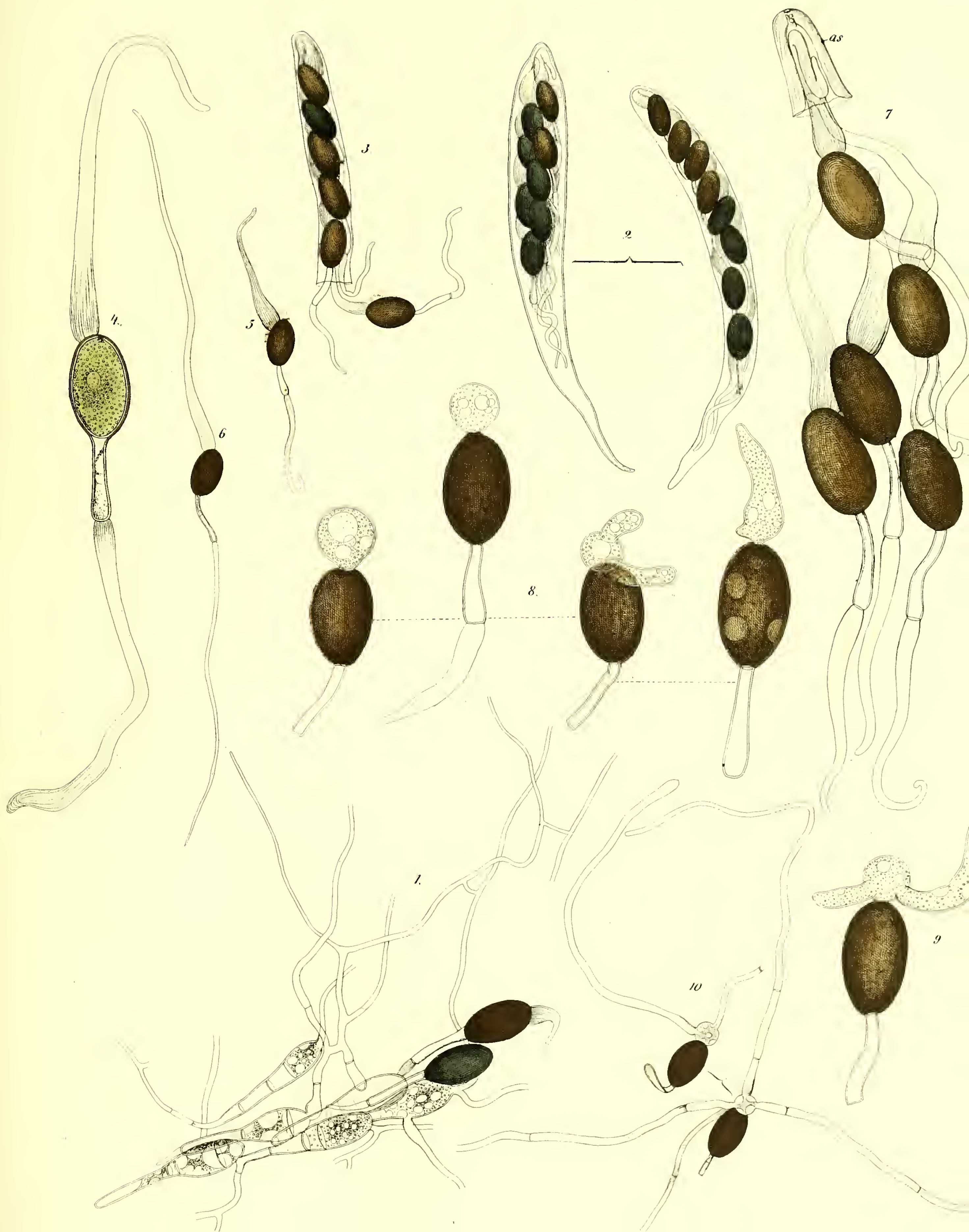
Fig. 20-23. Entwickelung der zweiten Form von Sporen der Arthrobotrys oligospora. Fig. 20 stellt folgenden Fall dar. Eine gewöhnliche Spore ist in einen Faden ausgekeimt, an dessen Ende eine Gruppe eben solcher Sporen sich gebildet hat; eine von diesen letzteren ist ihrerseits wieder in einen Faden ausgewachsen, trägt aber an dessen Spitze eine Spore zweiter Art.

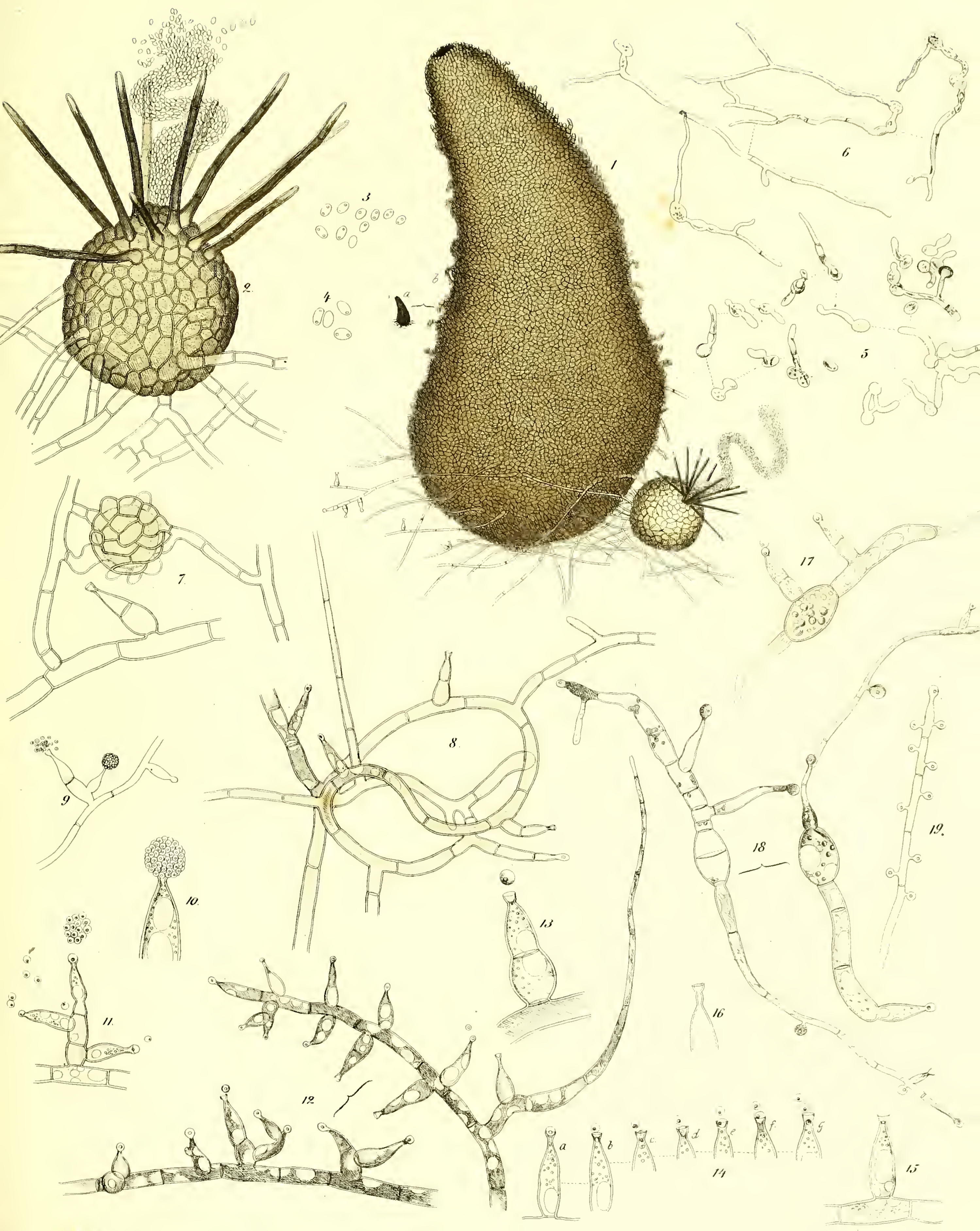
Tab I.

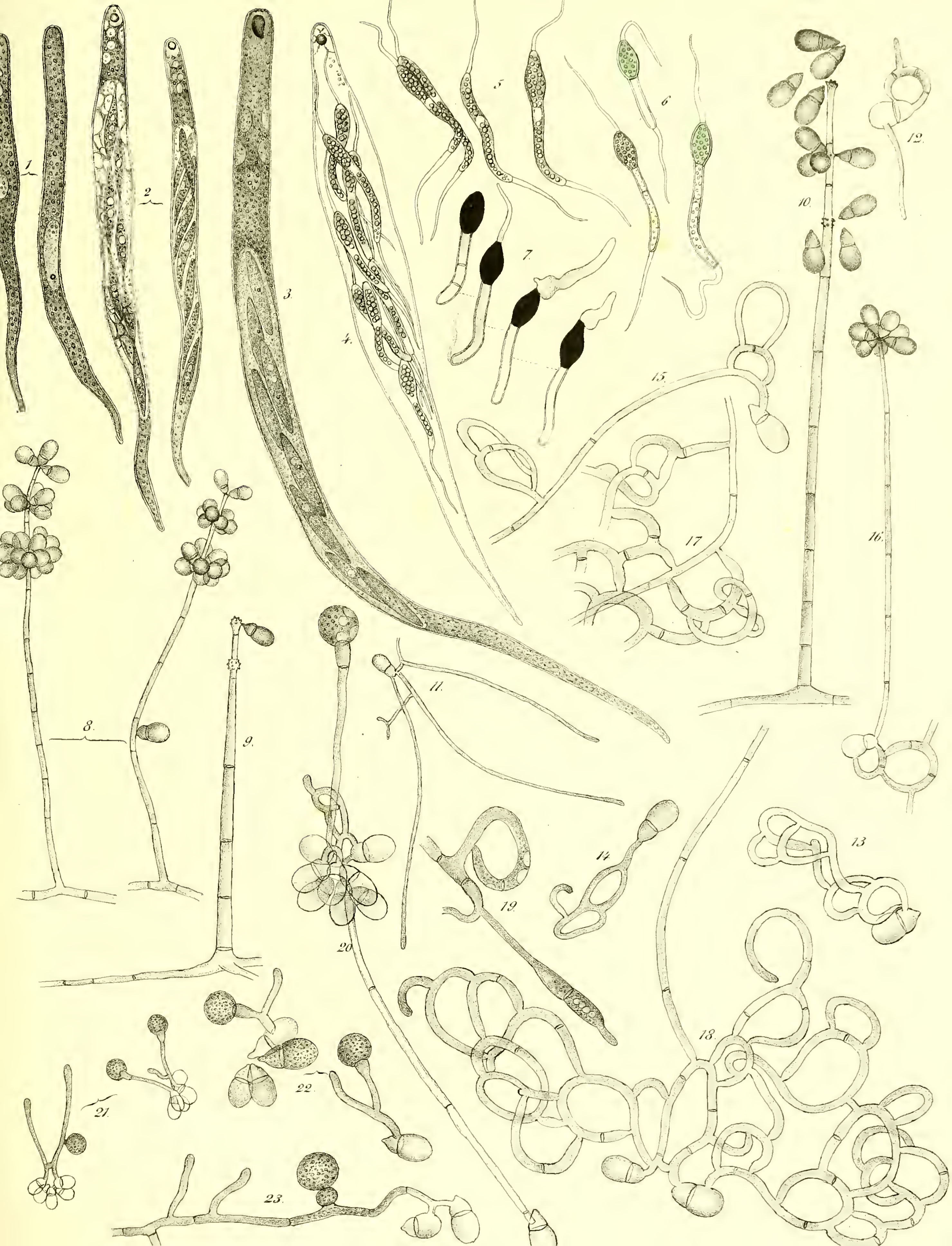



1.
2
3
4.
5.
6
7.
pr. n
pr. m
s m
s m
8.
pr. m.
s m
s.m.
pr. m
14.
13.
9.
a
b
10.
11.
12


1.
x
2
3.
n
4.
5
6
7
8
sp.
sp
9.
10.
11
12
13


as
7
3
2
4.
5
6
8.
1.
10
9


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
a
b
c
d
e
f
g


1.
2.
3.
4.
5
6
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13
14
15.
16.
17
18.
19.
20
21.
22.
23.

Eurotium, Erysiphe, Cicinnobolus, nebst Bemerkungen über die Geschlechtsorgane der Ascomyceten.

von

A. de Bary.

Mis 6 Tafeln.

I. E u r o t i u m.

Tafel VII und VIII.

Im Jahre 1854 habe ich in der Botanischen Zeitung (No. 25—27) eine Arbeit veröffentlicht, in welcher nachgewiesen wurde, dass die als Aspergillus glaucus Lk. und Eurotium herbariorum Lk. bekannten Pilzformen Organe einer und derselben Species sind, und zwar, nach der heutigen Terminologie, Aspergillus die Conidienträger, Eurotium die Perithecien, d. h., wie *Fresenius* zuerst zeigte, Behälter achtsporiger Asci. Beiderlei Organe entspringen von demselben Mycelium, die Conidienträger zuerst, dann die Perithecien.

Die genannten Thatsachen habe ich seither oft zu bestätigen Gelegenheit gehabt, ebenso das Wesentliche meiner früheren Angaben über das Mycelium, die Bildung der Conidienträger und Conidien; nur dass ich die Erscheinungen der Zellenbildung bei der Conidienabschnürung etwas anders auffassen lernte als früher, nämlich als eine Form der Zelltheilung und nicht der freien Zellenbilduug (vgl. mein Handbuch Seite 118). Die früheren Angaben über den Bau und besonders die Entwicklung der Perithecien bedürfen dagegen einer Berichtigung und Ergänzung, deren Natur es rechtfertigen wird, wenn die alte Arbeit hier in neuer Auflage erscheint.

Der entwicklungsgeschichtlichen Darstellung sei vorausgeschickt, dass unter dem Namen Aspergillus glaucus zwei verschiedene Pilze früher von mir und jedenfalls auch von Anderen zusammengeworfen worden sind. Beide haben allerdings mit einander grosse Aehnlichkeit und genau denselben Entwicklungsgang. Sie sind jedoch durch bestimmte und, soweit die Erfahrung reicht, constante Differenzen der Form und Struc-

tur von einander hinreichend verschieden, um als zwei Species aufgeführt zu werden. Die eine mag hier einstweilen Eurotium repens, die andere Eurotium Aspergillus glaucus heissen. Specielle Beschreibung und Namensrechtfertigung sollen am Ende dieses Aufsatzes gegeben werden.

Beide Arten bewohnen, wie bekannt, die verschiedenartigsten zersetzungsfähigen todten organischen Körper. Für die nachstehend zu beschreibenden Untersuchungen wurden sie theils auf eingekochten Obstfrüchten, besonders Pflaumen, unter Glasglocken feucht erhalten, theils in Tropfen geeigneter Zuckerlösungen auf dem Objectträger cultivirt.

Das Mycelium beider Arten besteht aus langgliedrigen septirten Hyphen von sehr verschiedener Dicke; meistens derart, dass derselbe Faden neben dicken derben Hauptästen sehr dünne Nebenzweige treibt, in deren Anordnung und Folge keine bestimmte Regel erkennbar ist. Auch die dünnsten Aeste haben Querwände, sie sind nicht, wie ich früher angab, querwandlos.

Die Myceliumfäden sind theils in dem Substrat verbreitet, theils, und bei kräftigen Exemplaren wohl immer, treiben sie Aeste, welche sich schräg oder fast senkrecht aufsteigend über die Oberfläche des Substrats in die Luft erheben und sich hier gleich den im Substrat wuchernden reich verzweigen, unter zierlich strahliger Anordnung und lockerer Verfilzung ihrer Zweige. Man kann die Gesammtheit dieser in die Luft ragenden Myceliumäste, im Gegensatz zu den in dem Substrate befindlichen, Luftmycelium nennen. Dieses erreicht bei üppigen Exemplaren oft eine gewaltige Entwicklung; zumal bei Eur. Aspergillus glaucus sah ich es manchmal einen bis 1 cm. hohen Filzüberzug bilden; bei A. repens kann es sich ausläuferartig kriechend, zollweit rings um den Nährboden über beliebige Körper verbreiten.

Von dem im Substrat vegetirenden und dem Luft-Mycelium erheben sich die Conidienträger (VII, 1—4, 18. 21[1])) als Zweige von der Form dicker aufrechter cylindrischer Schläuche, nach oben allmählich etwas breiter werdend, am Scheitel endlich zur Gestalt einer kugeligen Blase anschwellend und hiermit ihr Längenwachsthum abschliessend. Die Gesammtlänge, welche sie erreichen, beträgt kaum über ½ mm., oft bedeutend weniger. Die Conidienträger sind in der Regel einzellig, oder streng genommen oft nur Theile einer Zelle, insofern eine cylindrische Gliederzelle des Myce-

---

[1]) Die Tafelnummer ist immer durch römische, die der Figur durch arabische Ziffern angegeben.

liums eine oder zwei seitliche Ausstülpungen treibt, die zu den Trägern heranwachsen ohne sich von jener durch eine Querwand abzugrenzen. Nicht selten tritt jedoch an der Basis des Trägers eine ihn zur besonderen Zelle abgrenzende Querwand auf; manchmal findet sich eine solche in seiner Mitte oder selbst dicht unter der Endanschwellung. Weitaus die meisten Conidienträger sind gänzlich unverzweigt, doch findet man zuweilen unter einer grossen Menge auch einzelne wenigästige Exemplare.

Aus dem oberen, bei starken Exemplaren immer etwas mehr als die Hälfte der Gesammtoberfläche betragenden Theile der Endanschwellung sprossen sofort nach Bildung letzterer gleichzeitig und dicht neben einander die Sterigmen, d. h. die unmittelbaren Erzeuger und Träger der succedanen Conidienketten hervor. Ihre und der Conidienabschnürung specielle Beschreibung kann hier unter Hinweisung auf frühere Arbeiten[1]) und die beigegebenen Abbildungen unterbleiben. Ueber die Zahl der von einem Sterigma succedan abgeschnürten und miteinander eine Kette bildenden Conidien sei nur berichtigend bemerkt, dass ihr mögliches Maximum allerdings wegen des leichten Abfallens der reifen Conidien kaum ganz sicher bestimmbar, jedenfalls aber grösser ist, als ich in meiner ersten Arbeit angab; bei E. repens zählte ich mit Sicherheit 16 reife Conidien in einer Kette. Von den Sterigmen ist als Ergänzung früherer Angaben zu erwähnen, dass sie an ihrer Basis durch eine zarte Querwand geschlossen sind; wenigstens war dies bei den darauf untersuchten kleinen Exemplaren von E. Aspergillus glaucus der Fall.

Die Conidienträger sind anfangs sehr reich an dicht körnigem farblosem Protoplasma, welches nach und nach zu Gunsten der Conidien verbraucht wird. Ihre Wand ist merklich, doch wenig derber als die der Mycelfäden, anfangs ebenfalls farblos (der jugendliche Pilzrasen schneeweiss), bei der Reife mit dem übrig bleibenden Protoplasmarest oft schmutzig blassbräunliche Farbe annehmend.

Wenn die Conidienbildung zu Ende ist, bleiben auf den meisten Trägern die Sterigmen in ihrer ursprünglichen, den Kegeln eines Kegelspiels vergleichbaren Form stehen, zartwandig, farblos, mit wässerigem Inhalt und Protoplasmaresten erfüllt, zuletzt vertrocknend und collabirend. Nicht selten strecken sie sich aber beträchtlich, ihre Membran wird derb, selbst geschichtet, ihr Ende zur Gestalt und Grösse einer Conidie oder noch stärker erweitert, entweder ohne sich abzugliedern, oder durch eine

---

[1]) Vergl. Bot. Zeitung, l. c. *de Bary*, Handbuch, pag. 113, 118. *Fresenius*, Beiträge pag. 81, 82, Tafel X.

Querwand von dem unteren Theile getrennt aber nicht abfallend. Diese Veränderung betrifft entweder nur einzelne oder eine Mehrzahl der Sterigmen eines Trägers. Sie findet sich bei E. repens nur selten; bei E. Aspergillus glaucus ist sie ziemlich häufig und gibt dann alten Exemplaren jenes wunderlich monströse Ansehen, welches bei *Fresenius* (Beitr. p. 82, Taf. X, Fig. 12) dargestellt ist. Seltener kommt eine andere Veränderung vor, die nämlich, dass einzelne Sterigmen zu langgestielten und weiten zartwandigen Blasen anschwellen, welche dann kleinen Conidienträgern ohne Sterigmen und Sporenbildung ähnlich sind. Hieran schliessen sich einige Monstrositäten, welche nicht an alten, sondern an noch abschnürenden Conidienträgern öfters vorkommen, zumal in solchen Culturen, bei denen die ruhige Entwickelung des Pilzes durch die Untersuchung gestört, die Träger in das nasse oder flüssige Substrat umgeworfen werden u. dergl. mehr. Eine detaillirte Registrirung aller hier vorkommenden Fälle würde kein Ende nehmen und nicht der Mühe lohnen. Erwähnt seien nur die proliferirenden Conidienträger, bei welchen aus einer Endanschwellung statt der Sterigmen starke Schläuche hervorsprossen und die Eigenschaften kleiner, aber normal conidienbildender Träger annehmen.

Eine bei E. A. glaucus in üppigen Culturen hie und da vereinzelt auftretende, als Monstrosität kaum zu betrachtende Bildung ist hier noch anzuführen, welche eine Art Zwischenform darstellt zwischen Conidienträger und Luftmycelium (vgl. VII, 19). Einzelne von den stärkeren Aesten dieses letzteren hören auf in die Länge zu wachsen, ihr Ende schwillt schwach keulig an und treibt auf dem Scheitel einige wenige, oft ganz kurze Sterigmen, welche Conidien abschnüren. Gewöhnlich ist unter dem so beschaffenen Ende der Faden durch Querwände in kurze Gliederzellen abgetheilt und an diesen treten nicht selten seitlich vereinzelte oder in lockere Wirtel gestellte Sterigmen verschiedener Gestalt auf, deren jedes eine Conidienkette abschnürt. Die hier enstandenen Conidien fand ich den von typischen Trägern stammenden entweder ganz gleich oder von ihnen durch glatte, nicht warzig punctirte Oberfläche verschieden; bei der relativen Seltenheit der in Rede stehenden Bildungen kann ich jedoch nicht mit Sicherheit entscheiden, ob jene glatten Exemplare nicht noch unreif waren und deshalb n o c h der warzigen Oberfläche entbehrten[1]).

---

[1]) Es mag hier die Bemerkung eingeschaltet werden, dass ich bei kümmerlich vegetirenden Exemplaren des im Anhang zu beschreibenden Eurotium Aspergillus flavus jene kleinen, dem Mycelium einzeln ansitzenden conidienbildenden Sterigmen einige Male so reichlich fand, dass auf den ersten flüchtigen Blick ein von dem hier in Rede stehenden ganz verschiedener Pilz vorzuliegen schien.

An denselben Myceliumfäden wie die Conidienträger enstehen auf dünnen meist kurzen Seitenästchen die Perithecien. Die Aestchen, welche letztere tragen, entspringen von den Hauptfäden meistens, zumal bei E. Aspergillus glaucus, dicht über der Oberfläche des Nährbodens, also, wenn ein Luftmycelium mit Conidienträgern vorhanden ist, unter der von diesen gebildeten Filzdecke. Bei E. repens entspringen sie jedoch häufig auch von dem Luftmycelium selbst, neben den Conidienträgern. Da das Luftmycelium von E. repens verhältnissmässig leicht übersichtliche Verzweigungspräparate liefert, so ist diese Species besonders geeignet, um den Ursprung der beiderlei Fortpflanzungsorgane von demselben Mycelium zu zeigen.

Die Anlegung der Perithecien beginnt damit, dass an den erwähnten dünnen Seitenzweigen der Mycelfäden das Spitzenwachsthum stille steht und ihr stumpf abgerundetes Ende sich nach Art eines Korkziehers zu krümmen anfängt (VII, 3. VIII. 1, 2). Die Krümmung beginnt an der Spitze und schreitet nach dem Grunde zu eine Strecke weit fort, die Windungen sind anfangs steil und locker, bald aber rücken, wiederum von der Spitze anhebend, die oberen an Steilheit abnehmend zusammen, um einander schliesslich ihrer ganzen Länge nach fest aufzuliegen. Die Gesammtform des Zweigendes geht somit aus der eines Korkziehers in die einer hohlen Schraube über, welche cylindrische oder nach oben leicht conisch-verjüngte Gestalt hat (VIII. 1—4, 9). Die Zahl der Windungen, welche zur Schraube zusammenschliessen, beträgt meistens 5—6, selten mehr (bei E. repeus zählte ich bis 8) oder nur 4; von solchen Schrauben, an denen nur 2 oder drei Windungen beobachtet wurden, blieb es fraglich, ob sie fertig gebildet waren. Unter der Schraube zeigt der Zweig in der Regel noch einige (1—4) Windungen, welche mehr oder minder locker und steil korkzieherartig bleiben, manchmal nur wellige Krümmungen. Häufig gehen von letzteren abstehende Seitenzweiglein aus, die wiederum Schrauben bilden können.

Die Windungsrichtung ist bei derselben Species rechts oder links, beide Richtungen scheinen gleich häufig zu sein, beide finden sich neben einander in demselben Rasen. An demselben Zweige sind meist alle Windungen gleichläufig.

Als nächstes Entwicklungstadium wurde in meinen früheren Arbeit dieses beschrieben, dass die ganze Schraube etwas grösser geworden und anscheinend in ihrer ganzen Ausdehnung in nahezu gleiche rundliche Zellen getheilt war. Weitere Entwickelungszustände zeigten nun zwar unzweideutig, dass dieser vielzellige Körper zu dem Perithecium heranwächst. Wie aber der vielzellige Körper aus der Schraube wird,

blieb unklar und, wie sich in jenen die einzelnen Theile des Peritheciums entwickeln, wurde nur sehr unvollständig beobachtet und zum Theil unrichtig beschrieben. Die Benutzung besserer Instrumente als vor 15 Jahren zu Gebote standen, hat hierüber Folgendes feststellen lassen.

Das zur Schraube werdende Zweigende ist von kreisförmigem Querschnitt, hat eine zarte, farblose Membran, ist von ebenfalls farblosem ziemlich homogenem Protoplasma erfüllt, und schon während der Einrollung durch sehr zarte Querwände in einige Gliederzellen getheilt. Bis die Schraubenrollung fertig ist, bleibt es frei von jeglichem Zweige oder Zweiganfang. Nach vollendeter Einrollung ist die Schraube durch zarte Querwände in ohngefähr ebensoviele Zellen getheilt als Windungen vorhanden sind, eine besondere Regelmässigkeit in der Stellung der Zellen und Wände jedoch nicht zu bemerken. Die oberste Zelle ist den übrigen gleichbreit, ihr oberes Ende stumpf abgerundet, es liegt der nächstunteren Windung oben fest auf, der Hohlraum der Schraube ist also oben offen.

Nun treten an der oder an den beiden Zellen, welche bei der untersten Windung der Schraube betheiligt sind, kleine Aussackungen der freien Aussenseite auf, welche sich sofort zu dünnen Zweiglein verlängern und, der Aussenseite der Schraube stets fest angeschmiegt, nach dem oberen Ende dieser emporwachsen, meist in welligem Verlaufe oder den Windungen der Schraube selbst folgend, seltener ziemlich gerade (VII, 5—7, VIII, 3—9). Die Zahl dieser Zweiglein beträgt meistens 2, die dann an 2 ohngefähr gegenüberstehenden Seiten der Schraube anliegen; einzelne Male zählte ich drei, von denen alsdann einer nicht selten unter der Schraube, an der obersten lockeren Korkzieherwindung entspringt. Ob vier vorkommen, ist mir mindestens zweifelhaft, weil mir die Vierzahl in dem frühesten Anlegungsstadium nie vorkam und wo sie in etwas späteren Stadien auftrat, entweder deutlich in einer Verästelung der 2 oder 3 Hauptzweiglein ihren Grund hatte (VIII, 8), oder doch der Nachweis des Gegentheils nicht geliefert werden konnte.

Von den in Rede stehenden Zweiglein erreicht eines früher als die anderen das obere Ende der Schraube. Es krümmt sich, der Aussenseite dieser immer fest anliegend, über das Ende hin, entweder hakenförmig in einer Radialebene der Schraube gebogen, oder in seiner Krümmung den Windungen der Schraube folgend. Sein Längenwachsthum steht still, wenn seine Spitze über dem Schraubenende angelangt ist. Es wurde schon gesagt, dass die Spitze des in Rede stehenden Zweigleins

dem Endgliede der Schraube innig angeschmiegt ist. Zuweilen gelingt es deutlich zu sehen, dass die Verbindung beider alsbald eine noch innigere wird, indem zwischen den Enden beider eine Copulation eintritt, eine Verschmelzung der protoplasmaführenden Innenräume durch Verschwinden eines circumscripten Membranstückes (VIII, 14, 15, VII, 7). Diese erfolgt, soweit meine Beobachtungen reichen, entweder zwischen den beiden äussersten Scheiteltheilen des Zweigleins und des Schrauben-Endgliedes, oder der Scheitel des Zweigleins legt sich etwas unter dem des Schrauben-Endgliedes seitlich an dieses an und an dieser Berührungsstelle copuliren beide. Es gelingt nicht leicht die Copulation klar zu beobachten, weniger wegen der Zartheit, Kleinheit und der Krümmungen der in Frage kommenden Theile, als weil die anderen vom Grunde der Schraube emporwachsenden Zweiglein das erstbetrachtete bald einholen, ihre Enden gleichfalls über das Schraubenende krümmen, und die Copulationsstelle somit bald dicht umringen und verdecken. An Exemplaren, bei welchen die peripherischen Zweiglein erst kurz sind und noch keine Copulation stattgefunden hat, sieht man nicht selten die Spitze des Schraubenendgliedes zu einem etwas verschmälerten Fortsatze ausgewachsen und dabei nach dem Grunde der Schraube hin gekrümmt; entweder der Aussenfläche der Schraube angelegt, den emporwachsenden peripherischen Zweiglein also gleichsam entgegenwachsend, (VIII, 6) oder in die Höhlung der Schraube hinein gekrümmt (VIII, 4). Einmal (VIII, 4) konnte ich den nach unten gekrümmten Fortsatz bis zu der untersten Gliederzelle der Schraube verfolgen. Sein Ende lag der innern, gegen den Hohlraum sehenden Seitenwand dieser fest an, ob er mit dieser copulirt war, konnte allerdings nicht mit Sicherheit entschieden werden. Sehr selten, aber in einzelnen Fällen unzweifelhaft, sah ich ein vom Grunde der Schraube entspringendes Zweiglein im Innern der Schraube, den Windungen anliegend, in die Höhe wachsen und sein Ende dann der obersten Windung anlegen — ob mit diesem copulirend, das musste in diesen Fällen dahingestellt bleiben.

Die an der Schraube emporwachsenden Zweige, auch der erste copulirende, beginnen häufig, schon bevor sie das Schraubenende erreicht haben, ihrerseits Aeste zu treiben, meist einen nahe der Ursprungsstelle, andere da und dort in ihrem weiteren Verlaufe ohne erkennbare Regelmässigkeit der Anordnung (VII, 5 b, 8; VIII, 8, 11, 15). Alle diese Aeste wachsen, der Schraube fest angelegt, theils aufrecht, theils horizontal oder den Schraubenwindungen folgend, ihre Enden und weiteren Verzweigungen derart zwischen einander schiebend, dass die Schraube alsbald auf ihrer ganzen Aussenfläche und an ihren oberen Enden von einer Lage von Fäden lückenlos um-

sponnen ist. Anfangs sind diese Fäden dem die Schraube selbst bildenden an Dicke gleich oder dünner, später werden sie etwas stärker. Ist die Umspinnung beendigt, so theilen sie sich durch Querwände in etwa isodiametrische etwas nach Aussen convex vorspringende Zellen (VIII, 12). Auch auf die unterste Schraubenwindung erstreckt sich diese Theilung und gleichzeitig dehnen sich die aus ihr resultirenden Zellen soweit aus, dass sie die untere Oeffnung des Schrauben-Innenraums miteinander völlig verschliessen. Die obere Schraubenöffnung war schon früher durch die emporgewachsenen Zweigenden zugedeckt worden.

Die übrigen Windungen der Schraube bleiben zunächst unverändert. Sie sind, nachdem die bezeichneten Veränderungen geschehen, rings umgeben von einer Lage isodiametrischer Zellen, welche der Kürze halber Hülle heissen mag (VII, 9, 10; VIII, 12, 13). Auf dem Scheitel hat diese dieselbe Beschaffenheit wie in den übrigen Regionen, die Copulationsstelle ist durch nichts ausgezeichnet. Das copulirte Stück muss daher durch die Zelltheilung, aus welcher die Hülle resultirte, von der Schraube abgetrennt und in die Elemente der Hülle aufgenommen worden sein. Dass es gänzlich verdrängt werde und zu Grunde gehe ist, wegen des Mangels an Uebergangsstadien, die sich doch finden müssten, zum mindesten höcht unwahrscheinlich.

Mit der Vollendung der Hülle ist die Gestalt der ganzen Perithecium-Anlage die einer unregelmässigen Kugel geworden.

Die Schraube im Innern der Hülle zeigt nun zunächst keine erheblichen Veränderungen; desto mehr die Hülle selbst. Die Zellen dieser nehmen nach allen Richtungen an Grösse zu, ihre convexe Aussenseite erhält dabei nach und nach unregelmässig polygonale oder wellig umschriebene Gestalt, ihre Innenseite sackt sich aus zu einem mehr oder minder gerade gegen die Mitte der Kugel gerichteten Schlauche. Hat dieser eine dem Querdurchmesser ohngefähr gleichkommende Länge erreicht, so theilt eine der Kugelperipherie parallele Scheidewand die ganze Zelle in zwei, eine äussere etwa isodiametrische und eine innere, gegen die Kugelmitte sehende schlauchförmige. Jene theilt sich nicht weiter, sie bildet zusammen mit ihren gleichartigen Nachbarinnen, diesen seitlich lückenlos verbunden, die Wand des Peritheciums. Die inneren, schlauchförmigen Zellen, drängen sich, seitlich einander gleichfalls überall berührend, und gegen die Mitte des Peritheciums hin wachsend, mit ihren nach innen sehenden Enden gegen die Schraube und zwischen den sich lockernden Windungen in den bisher leeren Hohlraum dieser. Sie füllen fortan den ganzen Raum, welcher innerhalb der wachsenden Perithecien-

wand von der Schraube und ihren nachmaligen Entwickelungsproducten frei gelassen wird, miteinander vollständig aus und folgen der Vergrösserung dieses Raumes, indem sie selber grösser werden, sich verzweigen und theilen; sie mögen hiernach Ausfüllungsschläuche, ihre Gesammtheit das Ausfüllungsgewebe oder kurz Füllgewebe heissen (VII, 9—13; VIII, 17—19).

Es ist nicht mit voller Sicherheit zu entscheiden, ob jede Zelle der ursprünglichen Hülle die beschriebenen Wandelungen durchmacht oder ob vielleicht einzelne, ohne an der Bildung der Ausfüllschläuche Theil zu nehmen, direct zu Gliedern der Perithecienwand werden. Bei E. Aspergillus glaucus sah ich die Ausdehnung der Hüllezellen in Richtung der Peripherie und die Austreibung der Ausfüllschläuche in radialer Richtung immer derart gleichen Schritt halten, dass der Raum zwischen Wand und Schraube lückenlos gewebeerfüllt blieb. Bei E. repens kommt dasselbe vor, nicht selten aber auch zuerst vorwiegend peripherische Ausdehnuug der Hülle, so dass zwischen dieser und der Schraube ein leerer Raum entsteht, in welchen nachträglich die Füllschläuche hineinwachsen. Die in Vorstehendem als leer bezeichneten Räume enthalten Luft.

Die Schraube im Innern der Hülle zeigt, wie sich nach dem Mitgetheilten schon leicht ausrechnen lässt, meist 3—4 Windungen. Während des beschriebenen Differenzirungsprocesses der Hülle sieht man ihre Windungen etwas gelockert werden und zugleich vermehrt sich die Zahl der Querwände in dem Schraubenfaden, so dass dessen Glieder bald kaum länger als breit sind. An den Seiten dieser Glieder sprossen nun zahlreiche, ohne erkennbare Regelmässigkeit geordnete Zweiganfänge hervor, (VII, 11—13, VIII, 17—21), welche sich zwischen die Elemente des Ausfüllgewebes nach allen Seiten eindrängen, ihrerseits durch Querwände theilen und reich verästeln. Ihre letzten Verzweigungen sind die Asci. Die in der Hülle enthaltene Schraube ist also die die Asci bildende, die Schlauchhyphe nach einem anderweitig für wenigstens Aehnliches gebrauchten Terminus, sie sei hier einstweilen Ascogonium oder Carpogonium genannt.

Die ferneren Veränderungen des Peritheciums bis zur Reifezeit betreffen gleichzeitig die Wand, das Ausfüllgewebe und das Ascogonium mit seinen Producten. Mit den Umwandlungen des Baues ist eine beträchtliche Grössenzunahme des ganzen Peritheciums verbunden.

Die Füllschläuche zeigen zuerst vorwiegendes Wachsthum. Sie treiben eine Zeit lang, immer dicht an und zwischen einander gedrängt, kurze dicke Auszweigungen und

theilen sich sammt letzteren durch Querwände in kurze, etwas isodiametrische Glieder. (VIII, 19, 20, 24). Man kann aus jüngeren Perithecien die einzelnen Schläuche mit ihren Zweigen isoliren, wenn man jene durch vorsichtigen Druck sprengt. Bald hört jedoch die Neubildung von Zweigen und Zellen in diesem Gewebe auf, die vorhandenen Zellen nehmen nur noch an Grösse und Rundung zu, sie erhalten zuletzt Kugel- oder Eiform. Die Füllschläuche sind schon bald nach ihrer Anlegung durch grob aber nicht dicht körnigen Inhalt (Fettreichthum, so weit ich es entscheiden konnte) ausgezeichnet. Derselbe erfüllt anfangs den Zellraum gleichmässig, später bildet er um einen wasserhellen Mittelraum einen dünnen, von zerstreuten grossen und glänzenden Fettkörnern durchsäten Wandbeleg. Die Wand der Zellen ist ganz farblos, ziemlich breit doppelt contourirt, also mässig dick und weich. Isolirte Exemplare aus jüngern Perithecien behalten, bei längerem Verweilen in Wasser, diese Beschaffenheit bei (VIII, 24). In dem Maasse aber, als die Bildung der Asci vorrückt, werden die Membranen des Füllgewebes in Wasser quellbarer, sie quellen schliesslich nach kurzer Berührung mit Wasser zu weichen Gallertblasen auf und zwar vorwiegend in radialer Richtung, ihren Umfang wenig oder nicht vergrössernd, den Inhalt aber zu einem unregelmässig rundlichen Ballen nach der Zellenmitte zusammendrängend. Von diesem Inhaltsballen aus sieht man alsdann oft feine spitze Fortsätze quer durch die Gallertmembran verlaufen bis nahe an ihre Aussenfläche, und zwar, wo die Zellen im Verbande mit anderen zur Beobachtung kommen, je einen Fortsatz gegen die Mitte einer Berührungsfläche, die von benachbarten Zellen mit einander correspondiren nach Art von Porenkanälen, als welche sie auch wohl unbedenklich zu betrachten sind (VIII, 23). — In ihren späteren Entwickelungsstadien werden die Zellen des Ausfüllgewebes sehr leicht durch Druck isolirt, sie liegen dann als runde oder ovale Zellen im Gesichtsfelde zerstreut, zusammen mit den Ascis — in meiner früheren Arbeit habe ich sie daher irrthümlich als Entwicklungsstadien dieser betrachtet.

Das Ascogon ist, wie aus obenstehender Beschreibung erinnerlich sein wird, zunächst ein zartwandiger von homogenem Protoplasma erfüllter schraubiger Faden. Er behält diese Structurverhältnisse im Wesentlichen bei, nur dass er an Dicke etwas zunimmt und, in dem Maasse als dieses geschieht, einzelne grosse zart umschriebene Vacuolen in dem Protoplasma auftreten. Die Verzweigungen, welche von ihm ausgehen, haben durch alle Ordnungen dieselbe Structur, sie sind durch diese von den Elementen des Ausfüllgewebes scharf unterschieden. Es gehen nun, wie schon gesagt wurde, von den Gliederzellen des Ascogons nach allen Seiten Aeste aus, welche sich

reich verzweigen und mit ihren Verzweigungen allenthalben zwischen die Zellen des Ausfüllgewebes bis zur Innenfläche der Wand hin einschieben. Anfangs zeigen diese Aeste oft verschiedene Dicke; bald werden aber alle dem Ascogon nahezu gleich dick. Ihre Zweige sind, dem Verlaufe zwischen den umgebenden Gewebselementen entsprechend vielfach hin und her gebogen. Sie sind durch zahlreiche Querwände in ziemlich kurze Glieder getheilt (VII, 14). Zuletzt treiben diese Fäden fast an allen Punkten dicht gedrängte Astausstülpungen, welche zu ei- oder birnförmiger Gestalt anschwellen und sich an ihrem schmalen, dem Tragfaden ansitzenden Ende durch eine Querwand abgrenzen. Diese einzelligen Zweige letzter Ordnung sind die Asci. (VIII, 23—25). Sie wachsen, ihre Gestalt beibehaltend, zu beträchtlicher Grösse heran, erhalten derbere Membranen als ihre Träger, sind von Protoplasma, welches einzelne Körnchen und nicht selten auch Vacuolen einschliesst, erfüllt. Einen Zellkern konnte ich ihnen nicht erkennen. In dem erwachsenen Ascus treten schliesslich die Anlagen von 8 Sporen simultan auf als ebensoviele sehr zart umschriebene homogene, dick linsenförmige Körper. (VIII, 25). Sie liegen dicht nebeneinander und füllen von ihrem ersten Sichtbarwerden an den Raum des Ascus allerdings zum grössten Theile, aber keineswegs ganz aus, sind vielmehr rings umgeben von nicht zu ihrer Anlegung verwendetem Protoplasma, entstehen also innerhalb der gesammten Plasmamasse durch freie Zellbildung, nicht wie ich früher, nach Beobachtung bei schwacher Vergrösserung angab, durch simultane Theilung. Die Sporen umgeben sich nun mit einer derberen, doppelt contourirten farblosen Membran, nehmen unbedeutend an Grösse zu, das Protoplasma, welches sie umgiebt, schwindet allmählich um durch wässrige Flüssigkeit ersetzt zu werden. Bei der Reife schwindet diese, die Membran des Ascus schrumpft zu einem die Gruppe der 8 Sporen eng umschliessenden Sacke zusammen und wird schliesslich gleichfalls unkenntlich.

Die Asci eines Peritheciums entwickeln sich und reifen nicht gleichzeitig; man kann eine Zeit lang alle Entwicklungsstadien neben einander finden. Bis zur Zeit, wo die erste Anlegung der Asci beginnt, gelingt es zuweilen, an durchsichtig gemachten Perithecien die unmittelbare Continuität der schlauchbildenden Zweige mit dem Ascogonium direct zu sehen; doch beginnt in diesem mit der Verzweigung die Verbindung seiner einzelnen Glieder locker zu werden. Man kann es in den allerersten Anfangsstadien der Zweigbildung (zumal bei A. repens) bei einiger Geduld und Vorsicht freilegen, wenn man das junge Perithecium durch Druck sprengt und die peripherischen Theile dann durch Hinundherschieben des Deckglases entfernt (VII, 9, 11, b). In etwas späteren Sta-

dien gelingt dies selten, (VIII, 21) meistens erhält man nur Stücke des Ascogons mit ihren Zweiganfängen (VII, 14). Mit dem Anfang der Ascusbildung ist der Zusammenhang der Glieder sowohl des Ascogons selbst als auch seiner Hauptäste so locker geworden, dass man nach Zersprengung des Peritheciums nur mehr Stücke der schlaucherzeugenden Fäden frei zu legen vermag. Bei der Aehnlichkeit dieser mit denen des Ascogons selbst war es nicht möglich zu entscheiden, ob die Asci nur aus den Aesten, oder vielleicht auch aus den Ascogongliedern hervorsprossen. In dem Maasse als die Bildung der Asci fortschreitet, werden die Zellen ihrer unmittelbaren Tragfäden und des Ascogons selbst protoplasmaärmer, schliesslich ganz wasserhell, sehr zartwandig, zuletzt verschwinden sie gänzlich.

Mit der Entwickelung der Asci verschwindet das Füllungsgewebe. Seine Zellen werden blasser und seltener jemehr die Sporenentwickelung fortschreitet, mit der Reife des Peritheciums sind sie von den Sporenschläuchen und Sporen verdrängt, nur noch vereinzelte Zellen als Reste jener zuerst vorwiegenden Gewebmasse vorhanden.

Was endlich die oberflächliche einfache Zellschichte, die Wand des Peritheciums betrifft (VIII, 2, 27), so folgen die Zellen derselben in lückenlosem seitlichem Verbande bleibend, der Volumzunahme der von ihnen umschlossenen Theile durch Ausdehnung in der Richtung der Oberfläche; ihr radialer Durchmesser nimmt nicht zu. Ihr Inhalt ist zuerst, ähnlich dem des jugendlichen Füllgewebes, grob körnig, er wird nach und nach immer ärmer an festen Bestandtheilen und zeigt endlich nur wasserhelle Flüssigkeit und eine äusserst zarte feingranulirte Auskleidung der Membran. Diese selbst ist stets zart und farblos. Sie wird aber auf ihrer Aussenfläche von einem die Membran selbst an Dicke übertreffenden schwefelgelben Ueberzuge bedeckt, dessen Auftreten schon beginnt, wenn die Umwachsung der Schraube durch die Hüllzweige eben ihren Abschluss erreicht. Es hat dieser Ueberzug die Beschaffenheit einer das ganze Perithecium umgebenden, überall nahezu gleich dicken homogenen durchscheinenden Haut. Er liegt der Aussenfläche der Wandzellen überall fest auf, ist anfangs äusserst dünn und zart, nur in den Furchen, welche den Seitengrenzen der nach aussen convexen Wandzellen entsprechen, schon frühe mit nach innen vorspringenden leistenförmigen Verdickungen versehen; er folgt unter merklicher Dickenzunahme und bei gleichbleibender Homogeneität, also durch Intussusception in die Dicke und Fläche wachsend, der Vergrösserung des Peritheciums; die den Seiten der Wandzellen entsprechenden Leisten treten dabei immer deutlicher hervor, so dass der Ueberzug schliesslich einen Abguss der ganzen Wandoberfläche darstellt. (VIII, 16, 27, VII,

12). Trocken und in Wasser liegend ist er äusserst spröde, zerbricht leicht und meist quer durch die Leisten in eckige Stücke. In (kaltem) Alkohol oder Aether ist er sehr leicht und vollständig löslich, er dürfte hiernach aus harz- oder fettartiger Substanz bestehen. Die zarten Zellhäute der Wand bleiben nach Lösung des Ueberzugs intact und farblos zurück, letzterer ist daher jedenfalls als ein von den Zellmembranen verschiedener Theil zu registriren. Der Ueberzug erstreckt sich auch, in der beschriebenen Beschaffenheit, über die obere Region des Fadens, welcher das Perithecium trägt.

Zur Zeit der völligen Reife trocknen die Zellen der Wand aus und collabiren, so dass ihre Innenfläche die Aussenfläche fast berührt, die Seiten jedoch in ihrer festen Verbindung bleiben.

Somit ist das völlig reife Perithecium zusammengesetzt aus dem gelben Ueberzug mit den darunter befindlichen geschrumpften Wandzellen und den achtsporigen Ascis, welche den von der Wand umschlossenen Raum ausschliesslich oder mit Spuren des grösstentheils verdrängten transitorischen Füllgewebes untermischt erfüllen. Auch die Wand der Asci verschwindet zuletzt, die Sporen allein bleiben übrig. Die von ihnen freigelassenen engen Zwischenräume sind schliesslich von Luft erfüllt. Die überaus brüchige Wand des reifen Peritheciums reisst bei leisem Druck und lässt die Sporenmasse austreten. — Haare oder secundäre Myceliumfäden, welche an den Perithecien anderer Pilze z. B. der Erysiphen so häufig von den oberflächlichen Zellen der Wand ausgetrieben werden, finden sich bei Eurotium niemals.

Was die Veränderungen betrifft, welche die Träger der Perithecien während der Reifung letzterer erleiden, so ist hier zuerst Verschwinden des Protoplasmas, sodann Abwelken und Eintrocknen leicht zu constatiren. Der gelbe Ueberzug der Wand setzt sich, wie schon erwähnt wurde, auf den Tragfaden des Peritheciums eine Strecke weit fort. Ein ähnlicher, jedoch meist dunklerer Ueberzug erscheint in dem abwelkenden Rasen auf der Aussenseite der Fäden des Luftmyceliums, die von *Fresenius* für E. Aspergillus glaucus bereits hervorgehobene rothgelbe bis fuchsrothe Farbe desselben bedingend. Er tritt auf in Form sehr kleiner Nädelchen und Blättchen, welche die Aussenfläche jener an sich farblosen Fäden dicht bedecken und ist in Alkohol und Aether gleichfalls löslich, wenn auch etwas langsamer als der auf den Perithecien.

Dem blossen Auge erscheinen die reifen Perithecien auf diesem fuchsrothen Mycelium als hellgelbe, noch eben deutlich einzeln erkennbare runde Körnchen. Ihre Grösse kann in demselben Rasen beträchtlich variiren, ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich

und bei der Mehrzahl etwa $^1/_{18}$—$^1/_{12}$ mm. für E. repens $^1/_7$—$^1/_4$ mm. für E. Aspergillus glaucus.

Die (in den Ascis erzeugten) reifen Sporen haben bei beiden Species die Gestalt dicker biconvexer Linsen. Bei E. Aspergillus glaucus (VIII, 26) ist der Rand der Linse von einer breiten, flachen Rinne rings umzogen, deren Ränder ziemlich scharf und durch zahlreiche kleine in Beziehung zu den Linsenflächen radiale Fortsätzchen oder Höckerchen rauh sind. Das Episporium ist farblos, ausser den genannten Höckerchen des Randes völlig glatt und überall gleichdick, nicht, wie früher angegeben wurde, in der Rinne dünner als auf den convexen Flächen. Dagegen ist das Endospor auf letzteren erheblich dicker als am Rande, es erscheint dort in Chlorzinkjodlösung als eine ziemlich mächtige braungelbe Schicht, am Rande ist es von dem durch das Reagens gefärbten Epispor nicht zu unterscheiden. Jod färbt die reife Spore ganz gelb, auch den Inhalt. Bei halbreifen noch im Ascus enthaltenen wird durch dieses Reagens der Sporeninhalt gleichmässig zart violett, die Membran blassgelb, das Proto- oder Epiplasma ausserhalb der Sporen gelb. Eben angelegte Sporen sowie jüngere Asci werden durch Jodlösung in allen Theilen hellgelb gefärbt.

Jod und Schwefelsäure färben die Membran der Sporen anfangs deutlich violett, bald tritt jedoch Quellung und Entfärbung ein; der Inhalt wird von Anfang an gelb.

Die Sporen des E. repens (VII, 15) sind, wie die in dem Anhang mitgetheilten Messungen zeigen, in allen Theilen kleiner, als die von E. Aspergillus glaucus, dabei relativ dicker, der Rand ist sehr stumpf, die Rinne kaum angedeutet oder gar nicht erkennbar, das Epispor überall völlig glatt und glashell. Es ist daher bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen leicht, beide Arten schon an den ascogenen Sporen zu unterscheiden.

Bei der Sprödigkeit der reifen Perithecien ist es leicht ihre einzelnen Bestandtheile durch leichten Druck zu isoliren zum Zwecke der weiteren Untersuchung. Die Methode dieser bedarf hier einer besonderen Besprechung ebensowenig wie die der Anfertigung dünner Durchschnitte durch die Perithecienwand. Auch die Methode, nach welcher die Entwickelung der Perithecien beobachtet werden kann und die oben beschriebenen Resultate gewonnen wurden, ergibt sich für den mit der mikroskopischen Technik Vertrauteren nach dem Mitgetheilten von selbst. Einige Andeutungen über dieselbe sind nichtsdestoweniger vielleicht nicht ganz überflussig. Die ganze Entwicklung der Perithecien geht in der Luft vor sich, jene sind immer von einer Luftschichte umgeben, in mehreren Stadien mit luftführenden Räumen im Innern versehen, und

schon hierdurch für eine genauere Untersuchung zu wenig durchsichtig. Ihre Undurchsichtigkeit wird noch erhöht von dem Augenblicke an wo das Auftreten des gelben Ueberzugs beginnt, der einen Einblick in die Vorgänge im Innern ganz unmöglich macht. Das Innere direct freizulegen, indem man dünne Durchschnitte durch die (in Gummi oder Stearin eingeschlossenen) jungen Perithecien macht, ist zwar keineswegs unausführbar; allein ich fand nach dieser Procedur die Zellen immer dergestalt verschrumpft, dass von den Schnitten kein klarer Aufschluss zu erhalten war. Es ist daher nothwendig, das ganze junge Perithecium möglichst vollkommen durchsichtig zu machen, indem man sowohl die Luft austreibt und durch Flüssigkeit ersetzt, als auch den Ueberzug entfernt. Beides wird gleichzeitig und augenblicklich erreicht durch Einwirkung von Alkohol; Ersteres bei den dem Auftreten des Ueberzugs vorhergehenden Stadien allerdings auch durch einfaches Eintauchen und Bepinseln in Wasser.

Wird der Alkohol sofort durch Wasser ersetzt, so behalten die Theile, ausser der Durchtränkung mit dieser Flüssigkeit, ihre normale Beschaffenheit unverändert bei wie ihre Vergleichung mit einfach frisch in Wasser getauchten Exemplaren lehrt. Die auf diese Weise wasserdurchtränkten und durchsichtig gemachten Exemplare können nun häufig direct zur Untersuchung verwendet, die einzelnen Theile im Innern und an der Oberfläche bei verschiedener Einstellung des Mikroskops klar gesehen werden Schwacher, sehr gleichmässiger Druck erleichtert die Beobachtung. Nicht selten, zumal an Exemplaren, welche durch langes Liegen im Wasser oder zu starke Einwirkung des Alkohols minder durchsichtig geworden sind, empfiehlt es sich, Reagentien welche die Durchsichtigkeit erhöhen, zuzusetzen. Glycerin gab mir wegen der bei seiner Einwirkung sofort eintretenden Schrumpfung aller Zellen hierfür niemals erwünschten Erfolg; um so besser sehr verdünnte Kalilösung und ganz besonders Ammoniak, Die Einwirkung letztgenannter Flüssigkeiten erleichtert auch die Sprengung junger Perithecienanfänge zum Zweck der Isolirung des Ascogons und der umgebenden Theile.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass es nicht möglich ist, die Entwickelung des Peritheciums an einem und demselben Exemplar direct zu verfolgen, dass hierzu vielmehr die Aufsuchung und Vergleichung vieler, die successiven Stadien repräsentirender Exemplare erforderlich ist.

Die Keimung der Conidien ist bei beiden beschriebenen Arten und nicht minder bei den anderen, im Anhange zu beschreibenden gleich. Wie schon in früheren Arbeiten dargestellt ist, treiben sie an einer, seltener an zwei gegenüber liegenden oder selbst an drei Stellen einen das Epispor durchbrechenden Keimschlauch, welcher auf

geeignetem Substrat (todten Pflanzentheilen, Fruchtsäften u. dergl.) continuirlich heranwächst zu einem septirten und verästelten Myceliumfaden. Seltener beobachtet man, dass sich der Keimschlauch, selbst ohne alle Myceliumbildung, sofort aufrichtet und die Eigenschaften eines Conidienträgers annimmt (vgl. Bot. Zeitung 1854 Tafel XI, Fig. 4). Auf einem zur Ernährung des Pilzes nicht geeigneten Boden, z. B. in Rohrzuckerlösung bleiben die Keimschläuche kurz und theilen sich oft durch Querwände in kurze, zur Kugel- oder Tonnenform anschwellende Glieder. In reinem Wasser kommt es entweder gar nicht zur Keimung oder nur wenig über die ersten Anfänge derselben hinaus.

Bei den Ascosporen (VII, 15—17, 20, 21) schwillt, nach Aussaat in geeignete, obengenannte Flüssigkeiten, das zarte den Protoplasmakörper umschliessende Endospor zu einer kugeligen oder breit ovalen Blase an, welche ohngefähr doppelt so gross wird als die ungekeimte Spore und dann an einem, selten an zwei nahe bei einander liegenden Punkten ihres Umfangs einen cylindrischen dünnen Keimschlauch austreibt, der continuirlich zu einem verästelten und septirten Myceliumfaden heranwächst. Das farblose Epispor wird mit dem Beginne der Schwellung des Endosporiums in der Kante, resp. Furche durch einen scharfen glatten Riss in zwei uhrglasförmige Hälften zersprengt, welche dem Endospor aussen anhaften bleiben und in dem Maasse als dieses anschwillt, immer weiter auseinander rücken, oder wenigstens auseinander klaffen, wenn, wie nicht selten geschieht, eine kleine Randstelle undurchrissen blieb. In reinem Wasser sah ich die Ascosporen, wenn sie überhaupt keimten, einen äusserst dünnen geraden, unverzweigt bleibenden Keimschlauch treiben, der bald zu wachsen aufhörte; eine erhebliche Anschwellung des Endospors ging seiner Austreibung nicht voraus, er tritt aus einem schmalen Riss in der Sporenkante hervor.

Beiderlei Myceliumfäden, die aus den Conidien und die aus den Ascosporen erwachsenen, bilden sofort wiederum Conidienträger und, hinreichende Ernährung vorausgesetzt, später wiederum Perithecien. Die Conidienträger entstehen oft dicht neben der Ursprungsstelle des Fadens aus der Spore, welche ihn erzeugt hat und deren Episporium jener Ursprungsstelle noch ansitzt (VII, 21). Es wird hierdurch, zumal bei Culturen auf dem Objectträger, leicht zu beobachten wie die Aspergillusform, d. h. die Conidienträger ein Entwickelungsproduct der in den „Eurotien“ d. h. Perithecien erzeugten Sporen sind und hierdurch allein jeder Zweifel an dem genetischen Zusammenhang beider Formen beseitigt.

Nach diesen Daten ist der der Entwickelungsgang der beschriebenen Pilze kurz

zusammengefasst dieser. An dem Mycelium enstehen successive erst Conidienträger, später Perithecien; aus den von beiden erzeugten Sporen erwachsen nach der Keimung Myceliumfäden, an welchen gleichartig dieselben obengenannten zweierlei Fortpflanzungsorgane in der gleichen Succession wieder auftreten. Es kann hinzugefügt werden, dass der Entwickelungsgang, wie vielfache Erfahrung lehrt, bei der Conidienbildung stehen bleiben, die Perithecienbildung unterbleiben kann, wohl immer, und nachweislich z. B. bei Objectträgerculturen, in Folge ungenügender Ernährung. Der umgekehrte Fall, Auftreten der Perithecien ohne vorherige Conidienbildung, ist nicht beobachtet, er scheint bei der spontanen Entwickelung des Pilzes nie vorzukommen, wenn er auch wohl als möglich gedacht werden kann.

Die Conidien sind unzweifelhaft geschlechtslose und geschlechtslos erzeugte Fortpflanzungszellen. Es wird den Leser aber schwerlich überraschen, wenn wir auf Grund der obigen Darstellung hier — vorbehaltlich späterer eingehender Begründung — einstweilen die Perithecien bezeichnen als Producte einer geschlechtlichen Zeugung, einer Befruchtug des schraubenförmigen (weiblichen) Carpogons durch das mit seinem Ende copulirende Zweiglein, das einstweilen hier das Pollinodium heissen mag. Die Perithecien selbst sind wiederum geschlechtslos, die Asci und Sporen in ihnen geschlechtslos erzeugt.

Hiernach vervollständigt lautet unsere Uebersicht über den Entwicklungsgang folgendermassen: Das Mycelium bildet zuerst geschlechtslose Conidienträger, später Sexualorgane, Carpogonien und Pollinodien. Aus dem befruchteten Carpogon entwickelt sich (unter gleichzeitiger Hüllen- oder Wandbildung) das Perithecium, eine an sich geschlechtslose Sporenfrucht. Conidien sowohl als Ascosporen erzeugen ein des beschriebenen Entwickelungsganges fähiges Mycelium.

Anhang.

Zur Systematik von Eurotium.

Für die Systematik ergibt sich aus den vorstehenden Untersuchungen die Möglichkeit einer scharfen Characterisirung der Gattung Eurotium und der Aufstellung von Diagnosen für die beiden beschriebenen Species. Beides soll in Folgendem gegeben werden zusammen mit der sich hieran nothwendig knüpfenden Revision der Nomenclatur. Bezüglich der letzteren sei vorausgeschickt, dass ich mich bei der Wahl zwischen den vorhandenen Gattungsnamen an den von *Tulasne* eingeführten Brauch gehalten habe, falls eine natürliche Gattung von Pilzen in mehrere Formgenera zersplittert war und die vorhandenen Namen sich auf diese beziehen, für das natürliche Genus denjenigen Namen beizubehalten, welcher die höchstentwickelte seiner Formen bezeichnet. Es ist keine Frage, dass die höchstentwickelte Form für den vorliegenden Fall die Perithecien sind und diese haben Eurotium geheissen seit sie bekannt, resp. von Mucor unterschieden sind. Als Gattungsname ist daher Eurotium zu behalten, Aspergillus zu beseitigen. Für die Gattung und zunächst ihre beiden oben behandelten Arten werden folgende Diagnosen gelten.

Eurotium.

Pyrenomycetes, hyphis liberis (nec in stroma coalitis) plus minus contextis, mycelio tam intramatricali quam superficiali. Rami v. stipites conidiferi crassi erecti, continui et simplices (lusu tantum septa gerentes et dichotomi) apice intumescentes in vesicam amplam superne sterigmatibus subulatis v. cylindrico-conoideis radiantibus tectam. Conidia in quoque sterigmate acrogena, in monile simplex succedaneum seriata, monilia omnia in capitulum pulvereum vesicae apicali impositum congesta. (Conidia raro etiam in ramulis minimis e mycelio varie egredientibus acrogena).

Carpogonia in mycelii conidiferi ramis tenuibus terminalia, spiralia, pollinodio filiformi sub ipsa carpogonii basi ramuli instar egrediente foecundata, cum ramulis pollinodio similibus involucrantibus crescendo in perithecia mutata. Perithecia subglobosa intra parietem tenuem fragilem e cellularum strato simplici conflatum pilisque rhizoideis prorsus carentem ascos octosporos intra telam transitoriam foventia. Sporae ascogenae ascis evanescentibus perithecioque irregulariter rupto tandem liberae.

E conidiis item ac ascosporis germinando mycelium oritur denuo conidia posteaque organa sexualia et perithecia gignens.

Syn. Perithecia: Eurotium, *Link*, Observ. in ord. nat. plantar. Dissert. I. (Magazin naturf. Freunde zu Berlin, III. 1809. p. 31), Spec. plant. I. p. 79. — *Fries*, Syst. mycol. III. 331. (Eurotium ob sporas in aqua facile diffluentes — εὔροον) — omniumque auctorum recentiorum. — Mucoris spec. veterum auctorum, de quibus *Linkii* et *Friesii* opera laudata conferas.

Fungus conidifer: Aspergillus *Micheli*, nova plant. genera p. 212. — *Link*, Dissert. cit. p. 14. Spec. plant. I, 65. — *Fries*, l. c. 338 — saltem ex parte — auctoribusque recentoribus. Moniliae spec. veteris.

1. Eurotium Aspergillus glaucus.

Syn. Eurotium herbariorum *Link*, l. c. (teste herbario ipsius auctoris!) *Fries*, l. c. *Corda*, Icon. IV p. 36. Tab. VII, fig. 99. (Cfr. etiam Bot. Zeitung 1854. p. 425 seq.) Eur. epixylon *Schmidt* et *Kunze*, mycol. Hefte No. 83 (teste specimine!)

Aspergillus No. I. *Micheli*, l. c. Asp. glaucus *Link*, l. c. *Fries*, l. c. — saltem ex maxima parte — *Corda*, Icon. fungor. IV p. 31. Tab. VII, Fig. 94 et V. p. 53 Tab. II.

Mycelium superficiale laxe contextum, primitus candidum, tandem flavescens v. rufescens. Stipites conidiferi crassi, membrana tenui molli praediti. Conidiorum capitula magna, glauca v. nigro-virescentia; singula conidia globosa v. ovalia magna, (diameter vulgo 9 μ[1]) — 15 μ), episporio munita firmo, verruculoso, sub aqua microscopio inspecto sordide fuscescente. Perithecia in mycelii tomento nidulantia, majuscula, sulphurea. Ascosporae maturae achroae, lentiformes biconvexae margine sulco percursae lato acute marginato. Episporium in ipsis sulci marginibus radiatim striolatum tuberculatumque, caeterum laeve. Ascosporarum diameter major ad minorum = $^7/_5$ circiter; major plerumque 8 μ — 10 μ. (Cfr. Tab. nostram VII et VIII, imprimis VII. 18. et VIII, 25. et 26).

Habitat in corporibus organicis variis putrescentibus, imprimis vegetabilium partibus. Fungus noster conidifer etiam in meatu auditorio externo hominum aegrotorum et in avium mortuorum saccis aëreis observatus esse videtur. (Cfr. *Wreden*, im Archiv f. Ohrenheilkunde III, Heft 1 et Petersburger Med. Zeitschrift Bd. XIII. — *Robin*, hist. des végétaux parasites etc. p. 516).

2. Eurotium repens.

Syn. Eurotium herbariorum *Fuckel*, fungi Rhenani No. 1748 (saltem in specimine meo hujus collectionis).

Mycelium superficiale laxe lateque repens. Conidia globosa v. ovalia, tenuissime verruculosa, diam. 7 μ — 8,5 μ. Perithecia minuta, sulphurea. Ascosporae achroae lentiformes crasse biconvexae, margine sulco minime profundo, saepe aegre conspicuo obtusissime marginato percursae; diam. major = 4 μ — 5,6 μ. Episporium undique laevissimum. Caetera prioris speciei. (Cfr. tabulam nostram VII, imprimis Fig. 1 et 15).

Hab. in iisdem corporibus ac Eur. Aspergillus glaucus nec nisi in corporibus vegetabilibus hucusque certo observatum est.

E. repens ist durch die angegebenen Merkmale von E. Aspergillus glaucus ausgezeichnet und von diesem meistens sofort zu unterscheiden an der bedeutend geringeren Grösse aller Reproductionsosgane. Die Figuren 1 und 18 auf Taf. VII sind gleich stark vergrössert; ebenso die Figuren VII, 15 und VIII, 26. Die angegebenen Maasse beziehen sich auf die Mehrzahl der betreffenden Theile; für die Conidien finden hier wie bei den meisten Pilzen bedeutende Abweichungen von der mitgetheilten Durchschnittsgrösse statt, so dass es unmöglich wird von jeder einzelnen Conidie zu sagen, dass sie zu E. repens oder E. A. glaucus gehört. Das Mycelium von E. repens steht dem der anderen Art an Stärke nicht nach. Das Luftmycelium breitet sich weit und locker, ausläuferartig kriechend, über das Substrat aus. Wenn ich beide Arten neben einander unter ganz gleichen und gleich günstigen Bedingungen cultivirte, wuchs und reifte E. repens viel schneller als das andere. Die Verschiedenheiten beider erhielten sich in sehr zahlreichen derartigen Culturen immer unverändert.

E. repens ist, soweit meine Kenntniss reicht, von der ersten Art bis jetzt nicht unterschieden worden, es sei denn, dass etwa *Link's* Aspergillus griseus (Spec. plant. I, 69) und *Martius'* (Flor. Erl. 369) Euro-

---

[1]) μ = Mikromilliter = 0,001 mm.

tium fructigenum hierhergehört, was ich zu entscheiden ausser Stande bin. Ich glaubte eine Zeit lang in ihm das ächte E. herbariorum Link wiederzufinden, bis mich die Vergleichung der im K. Herbarium zu Berlin aufbewahrten Originalexemplare *Link's* eines Besseren belehrte. Der Habitus unserer Art erinnert an den von Aspergillus glaucus var. repens Corda Ic. V, 53 und der Name, welchen ich ihr gegeben habe, gründet sich ursprünglich auf die Vermuthung der Indentität. *Corda's* Angaben über die Grösse der Conidien lassen aber keinen Zweifel daran, dass er nicht E. repens sondern E. Aspergillus glaucus vor sich hatte.

Diese letztgenannte Art wird unzweifelhaft durch den *Link*'schen Namen E. herbariorum correct bezeichnet, und da nach dem Eingangs namhaft gemachten Grundsatze der Gattungsname Eurotium beizubehalten ist, wäre es das einfachste die Species E. herbariorum zu nennen mit Beseitigung der übrigen Namen. Nun ist aber für die Conidienträger die Bezeichnung Aspergillus glaucus bisher allgemein üblich gewesen, dieselbe ist einer der ältesten und bekanntesten Schimmelnamen, es dürfte daher wenig rathsam und jedenfalls auch thatsächlich nicht leicht sein, sie ganz zu beseitigen. Zudem ist die Bezeichnung herbariorum wenig passend, denn das Vorkommen in Herbarien ist für die Species nichts weniger als characteristisch. Aus diesen Gründen habe ich mit der Nomenclatur die vorstehenden Abänderungen vorgenommen.

Unter den Gattungsnamen Eurotium und Aspergillus sind ausser den soeben beschriebenen noch eine ganze Anzahl von Formen beschrieben oder doch notirt worden. Manche derselben, zumal der Eurotien, mögen mit einem der beiden obigen identisch sein. Andere mögen gar nicht hierher gehören, wie z. B. Aspergillus roseus Fr. S. M. welcher, soweit er sich auf die bei *Fries* citirte Figur in *Batsch's* Elenchus gründet, alles andere ebensogut wie ein Aspergillus, und nach der Figur und ihrer Erklärung bei *Batsch* höchst wahrscheinlich Trichothecium roseum ist; oder wie A. ferrugineus Fuckel Fungi Rhenani No. 157 (an *Fries?*), der nichts weniger als ein Aspergillus vom Bau oben beschriebener Conidienträger, vielmehr eine Form aus der Verwandtschaft von Stilbum ist. Alle derartigen aufgeführten Formen einer Kritik zu unterziehen soll jedoch hier um so weniger versucht werden, als die vorhandenen Beschreibungen hierzu vielfach geeignete Anhaltspunkte nicht geben. Es mag dagegen erlaubt sein, die Beschreibung einiger weniger Arten hier noch anzufügen, welche zwar bisher nur mit Conidienträgern gefunden worden sind, sich aber durch den Bau dieser, der Conidien selbst und des Myceliums an E. repens und E. Aspergillus glaucus unmittelbar anschliessen. Nach einem in der Naturbeschreibung geltenden, selbstverständlichen Grundsatze sind vereinzelt beobachtete Formen oder Organe (mögen sie Blätter, oder Sporen, oder Conidienträger oder wie sie sonst wollen heissen) als Arten einer bekannten Gattung einzureihen, wenn sie sich von den homologen Organen vollständig bekannter Species dieser Gattung nur durch solche Merkmale unterscheiden, wie die vollständig bekannten Species dieser Gattung von einander. Ihre Stellung in dieser Gattung ist so lange festzuhalten, bis nachgewiesen wird, dass sie dem Entwickelungskreise eines anderen Genus zugehören. Ihre Benennung hat danach zu geschehen.

Nach diesen Grundsätzen umfasst, von den zweifelhaften Formen abgesehen, die Gattung Eurotium zur Zeit jedenfalls noch folgende Arten.

3. Eurotium Apergillus flavus.

Syn. Aspergillus flavus *Link*, *Fries*, l. l. c. c. (?) *Nees*, Syst. Fig. 60 (?)

Mycelium superficiale dense caespitosum. Capitula conidiorum aurea. Conidia parva globosa (diam. 5 μ — 7 μ) episporio tenuissime verruculoso sub aqua microscopio viso flavo-fuscescente. Perithecia ignota. Caetera priorum speciorum.

Hab. ad corpora organica putrescentia.

Diese Form gleicht dem E. Aspergillus glaucus durch ihren gedrängt rasigen Wuchs, am meisten dem E. repens durch die Gestalt, Grösse und Structur der Conidien und ihrer Träger. Sie ist sehr kenntlich durch die schön goldgelbe Farbe der Conidienköpfchen und der mit diesen bedeckten Rasen.

Ich erhielt sie zuerst auf einer durch Empusa getödteten Stubenfliege und erzog aus den hier erwachsenen Conidien zahlreiche, immer gleiche und immer der Perithecien ermangelnde Generationen auf Obstfrüchten.

Link's, *Fries'* und *Nees'* Asp. flavus scheint, den Beschreibungen und der citirten Abbildung nach, hierher zu gehören. Ob dasselbe für *Bonordens* gleichnamigen Pilz gilt, wird aus des Autors Beschreibung und Abbildung (Allg. Mykologie p. 112, Fig. 192) nicht klar.

4. Eurotium nigrum (*van Tieghem.*)

Syn. Aspergillus niger *van Tieghem*, Ann. d. sc. nat. 5e. Sér. Tom. VIII. p. 240. (1867).

Mycelii superficialis hyphae densissime caespitosae, saepe in membranam densam contextae, pleraeque tenues. Stipites conidiferi creberrimi, mycelii hyphis multo crassiores (eos specierum 1 — 3 aequantes), membrana valde incrassata, firma, achroa v. tandem fuscescente munita. Capitula conidiorum ideoque caespites conidiferi fusco-atra. Conidia singula globosa, raro ovalia parva (diam. 4 μ — 5,6 μ, raro 7 μ), episporium laeve v. minutissime verruculosum, aquae immersum microscopio visum laete fusco-subviolaceum. — Perithecia ignota.

Hab. in iisdem locis ac praecedentes.

Diese Form wurde durch *van Tieghem* als A. niger beschrieben gelegentlich seiner Mittheilung über die Spaltung des Tannins in Gallussäure und Glycose durch Schimmelpilze. *van Tieghem* fand seinen Pilz auf Lösungen von Tannin, Zucker, Pflanzensäuren, auf Brot, Obst, abgefallenem Laub. Ich untersuchte Exemplare von gleichen Substraten, die mir theils durch *v. Tieghem* freundlichst mitgetheilt, theils aus dem mitgetheilten Material erzogen wurden. Ausserdem kam mir dieser Pilz nur einmal vor, nämlich in Exemplaren, welche aus dem Ohre eines in Halle klinisch behandelten Patienten stammten [1]) und aus deren Conidien auf Brot u. dergl. neue Exemplare erzogen wurden. In allen Culturen bei *v. Tieghem* und mir hielt sich der Pilz in seiner Form constant. Er ist durch die in der Diagnose angegebenen Charactere — schon von fern durch die schwarzbraune oder chocoladebraune Farbe höchst ausgezeichnet. *v. Tieghem's* Beschreibung stimmt mit obiger Diagnose im Wesentlichen überein; nur fand ich die Wärzchen auf der Membran alter Conidien kaum angedeutet. Wenn *v. Tieghem* die Conidienträger als am Grunde knieförmig gebogen beschreibt, so ist dies, wenn auch nicht für alle, doch für viele Fälle richtig, ist aber keine der vorliegenden Species eigene, sondern auch bei den drei vorigen vorhandene Erscheinung (vgl. VII, 1 u. 18). Nur fällt die Sache bei E. nigrum mehr auf als bei den anderen weil das zum Conidienträger auswachsende Glied des Mycelfadens viel dicker und derbwandiger wird als die angrenzenden, sich also von diesen auffallend abhebt, während dies bei den anderen Arten nicht der Fall ist.

5. Eurotium fumigatum (Aspergillus fumigatus *Fresenius*, Beitr. p. 81) wird sich hier anschliessen. Es ist von den vorigen Arten durch die glatten, kugeligen, grünlichen, sehr kleinen (Dchm. 2 μ nach *Fresenius)* Conidien vorzugsweise ausgezeichnet und bis jetzt ebenfalls ohne Perithecien

[1]) Vergl. *F. Steudener*, zwei neue Ohrenpilze, im Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. V, Heft 1.

einigemal in den kranken Luftwegen von Vögeln und Menschen gefunden worden (vgl. *Fresenius* l. c.). Aspergillus nigrescens Robin (Végétaux parasites p. 518) ebenfalls in den Luftsäcken kranker Vögel gefunden, ist dem *Fresenius*'schen Pilze jedenfalls nahestehend, wenn nicht mit demselben identisch. Ob die von *Fresenius* mit Grund hervorgehobenen Differenzen wirklich wesentliche und constante sind, würde sich durch Culturversuche entscheiden lassen.

Die neuerlich von *Wreden* (a. a. O.) mit dem Namen A. nigricans und flavescens bezeichneten, aber für Formen des E. Aspergillus glaucus gehaltenen Formen aus dem menschlichen Gehörorgane sind jedenfalls, soviel kann aus den Darstellungen sicher ersehen werden, mit den oben beschriebenen Conidienträgern der Eurotien nächst verwandt, wahrscheinlich mit einer oder der anderen Art identisch. Genaueres kann aus *Wreden's* Angaben nicht entnommen werden, ich muss daher auf eine definitive Einreihung dieser Formen verzichten.

II. Erysiphe.

(Tafel IX, X, XI).

Die über die Perithecienentwickelung bei Eurotium gewonnenen Resultate rufen diejenigen in Erinnerung, welche ich früher[1]) für den gleichnamigen Vorgang bei Erysiphe Castagnei (Lév.) beschrieben habe. Die Vorgänge bei jener gehen mit den für letztere angegebenen (abgesehen von reinen Formdifferenzen und von der weit grösseren Einfachheit bei der in Rede stehenden Erysiphe) theils parallel, theils weichen sie von denselben nicht unwesentlich ab, und zwar besonders in solchen Punkten über welche directe, jeden Zweifel ausschliessende Beobachtungen nicht gemacht wurden. Letzterer Umstand forderte dazu auf, die Erysiphe Castagnei nochmals zu untersuchen und womöglich ihre Entwickelungsverhältnisse nicht nur mit denen von Eurotium, sondern auch mit denen anderer Erysiphen von complicirterem Peritheciumbau zu vergleichen. Die Untersuchung wurde daher auf eine grössere Anzahl Arten der letztgenannten Gattung ausgedehnt.

Ueber die Peritheciumentwickelung von Erysiphe ist mir keine eingehendere Arbeit ausser der oben erwähnten bekannt. Die übrigen Erscheinungen des Baues und der Entwickelung der zu genanntem Genus gehörenden zierlichen Gewächse sind dagegen Gegenstand so zahlreicher und zum Theil ausgezeichneter Arbeiten[2]) gewesen, dass kaum zu erwarten war, eine Nachlese werde zu den vorhandenen Kenntnissen irgend etwas erhebliches hinzufügen. Solche ergab jedoch immerhin einige vielleicht nicht ganz unwichtige Resultate deren Mittheilung am besten einer kurzen Uebersicht über den gesammten Bau der in Rede stehenden Pilze eingefügt wird.

Um in den nachfolgenden Mittheilungen überall vollkommen verständlich zu bleiben wird es das Zweckmässigste sein für die Benennung der einzelner Arten die von *Léveillé* eingeführte Nomenclatur der Hauptsache nach zu adoptiren, zugleich aber im-

---

[1]) Ueber die Fruchtentwickelung der Ascomyceten. Leipzig. 1863. p. 3. Handbuch p. 162.

[2]) *Tulasne*, Annales sc. nat. 4e. Sér. VI Selecta fungorum Carpologia, Vol. I. *v. Mohl*, Botanische Zeitung 1853. pag. 585 u. 1854 pag. 137. *Lèveillé*, Annales sc. natur. 3e. Sér. Tom. XV.

mer dem Namen der Art den der Nährpflanze auf welcher sie bei meiner Untersuchung beobachtet wurde in Parenthese hinzuzufügen wo solches nicht rein überflüssig ist. In dem Anhange soll dann eine Uebersicht der beobachteten Species gegeben und einzelne Abweichungen von der bisherigen Nomenclatur und Eintheilung erklärt und motivirt werden.

Die Erysiphen sind Schmarotzer auf lebenden grünen Pflanzentheilen, zumal dicotyledonen Gewächsen, weniger auf Monocotylen, auf Gymnospermen und Kryptogamen noch nicht beobachtet. Von den sicher und leicht unterscheidbaren Arten sind einzelne auf eine einzige Nährspecies beschränkt, z. B. Calocladia holosericea auf Astragalus glycyphyllos; viele bewohnen eine Anzahl nahe verwandter, einer Gattung oder Familie angehörender Nährspecies, z. B. Uncinula bicornis Lév. (Acerum) Erysiphe Graminis DC; eine nicht geringe Zahl scheint aber, gleich manchen phanerogamen Schmarotzern, wie Viscum album, Rhinanthaceen u. a. m., soweit nach den vorliegenden Daten geurtheilt werden kann, Phanerogamen aus weit auseinander stehenden Familien zu befallen und hierdurch von allen oder doch den allermeisten anderen näher bekannten ächten Schmarotzerpilzen abzuweichen. *Léveillé's* Monographie liefert hierfür sehr viele Beispiele; so besonders Spaerotheca Castagnei, Phyllactinia guttata, Erysiphe Martii, E. communis Lév. u. a. m. Es ist nun allerdings möglich, dass die dermalen zu einer der genannten Arten gezählten Formen bei genauerer Untersuchung ihres ganzen Entwickelungsganges sich in mehrere gruppiren werden, von denen jede einer oder einigen nächstverwandten phanerogamen Familien als Schmarotzer zugehört; ja für einzelne glaube ich dies sogar jetzt schon behaupten zu dürfen (vgl. den Anhang). Immerhin ist aber nach dem dermaligen Stande unserer Kenntnisse der obige Satz nicht angreifbar. Um nur auf ein Beispiel aus eigener Erfahrung etwas näher einzugehen, so fand ich Sphaerotheca Castagnei Lév. auf Taraxacum officinale Wigg, Bidens cernuus, Impatiens nolitangere L. und Melampyrum silvaticum, ohne zwischen den Exemplaren von den vier Nährpflanzen einen Unterschied auffinden zu können; eine ganze Anzahl anderer Nährspecies wird bekanntlich noch für dieselbe Sphaerotheca angegeben. Sie befällt jedoch keineswegs unterschiedlos alle beliebigen Dicotyledonen. Auf dem einige Morgen grossen von Wiese und Wald bedeckten Areal, auf welchen ich die erwähnte Beobachtung machte[1]) trug keine der vielerlei anderen phanerogamen Pflanzen die Sphaerotheca, selbst das zwischen Melampyrum silvaticum wachsende M. pratense nicht.

---

[1]) Bei der Klostermühle in der Nähe von Reinhardsbrunn bei Gotha.

Aehnliche Beispiele könnten von anderen Arten aufgeführt werden. Es mag jedoch hier bei dem gegebenen Hinweis sein Bewenden haben und die Erscheinung einer eingehenderen Untersuchung empfohlen sein, die vor allem die Vorfrage zu entscheiden haben wird, ob die zur Zeit nicht unterscheidbaren Formen auf weitverschiedenen Nährspecies nicht vielleicht in dem Stadium ihres Entwickelungsganges scharfe Artunterschiede zeigen, welches bis jetzt noch ganz unbekannt ist: nämlich demjenigen, welches zwischen dem Keimungsanfang der ascogenen Spore und dem Auftreten des Myceliums auf der Nährpflanze liegt.

Das Mycelium der Erysiphen, soweit man es kennt, ist auf der Oberfläche der Nährpflanze ausgebreitet. Ob es auch in bestimmten Fällen im Innern dieser vegetiren mag ist nicht bekannt, jedoch nicht ohne Wahrscheinlichkeit für solche Fälle, wo eine Species Jahr für Jahr auf demselben Pflanzenstocke wiedererscheint und selbst auf Propfreisern und Augen die demselben entnommen und auf anderer Unterlage angewachsen sind wieder zum Vorschein kommt, ohne auf den befallenen Stöcken oder in deren Nähe je Perithecien zu bilden. Ersteren Fall kann ich mit *Léveillé* für Sphaerotheca pannosa (Rosarum) angeben, für letzteren führt *Léveillé* Beispiele an.

Die cylindrischen, durch Querwände in langgestreckte Glieder getheilten, je nach den Species verschieden dicken Fäden des Myceliums sind farblos, zartwandig, von durchscheinendem, homogenem oder Vacuolen führendem Protoplasma erfüllt. Nach Art typischer Pilzfäden wachsend kriechen sie, der Epidermis des Wirthes angeschmiegt, auf deren Aussenseite; sie treiben zahlreiche, ihnen gleichartige weit abstehende Aeste wiederholter Ordnungen, alle auf der Oberfläche der Epidermis ausgebreitet, daher vielfach einander kreuzend, die meisten der Oberhaut und an den Kreuzungsstellen einander fest angeschmiegt. Wo die Verzweigung einigermassen vorgeschritten ist, wird daher die Epidermis von einem unregelmässigen, zuletzt oft äusserst dichten Fadennetze übersponnen.

Auf der Berührungsseite mit der Epidermis sind die Myceliumfäden manchmal deutlich in einem schmalen medianen Längsstreifen flachgedrückt. An die Epidermiszellen selbst sind sie befestigt durch eigenthümliche, denen von Cystopus[1]) und manchen Peronosporen ähnliche Haft- oder Saugorgane (Haustorien), welche in kürzeren oder längeren Abständen von einander oft sehr zahlreich auftreten. In dem einfachsten Falle

---

[1]) Vgl. *de Bary*, Recherches sur les champignons parasites (Ann. sc. nat. 4e. Sér. XX) pag. 11, 29. Handbuch pag. 19.

vollständiger Ausbildung (IX, 7, 8) stellen diese äusserst dünne röhrenförmige Ausstülpungen dar, welche auf der Berührungfläche mit der Epidermis entspringen, unter ihrer Ursprungsstelle die Aussenwand der Epidermiszelle durchbohren, in den Innenraum letzterer eindringen und hier, nach kürzerem oder längerem Verlaufe zu einer ei- oder keulenförmigen, manchmal etwas gekrümmten Blase anschwellen. Bis zu dem Punkte, wo sie sich in letztere erweitern, sind die Röhrchen von einer ebenfalls röhrenförmigen derben Fortsetzung der Epidermis-Aussenwand, wie von einer Scheide umgeben, daher scheinbar dickwandig; von der Epidermisfläche aus, also in ihrem Querprofil gesehen, einen kleinen hellen Kreis, der von einem breiten glänzenden Ring umgeben wird darstellend. An der Erweiterungsstelle geht die Scheide, rasch dünner werdend, in den Aussencontour der Blase über. Diese ist, wenn erwachsen, meist so breit oder breiter als der Querdurchmesser der Myceliumfäden, von einer in der Jugend sehr zarten, in späteren Entwickelungsstadien aber deutlich doppelt contourirten farblosen Membran umgeben, und erfüllt von feinkörnigem Protoplasma, das entweder überall ziemlich gleichförmig aussieht oder in der Mitte einen dichten Ballen erkennen lässt, der von durchscheinenderem körnigem Plasma rings umgeben wird. Bei notorisch alten Exemplaren ist oft der ganze Inhalt der Blase zu einem homogenen fettglänzenden Klumpen zusammengeschrumpft. Nicht selten findet man, zumal bei dickwandiger Epidermis, auch an ganz alten, jedenfalls nicht mehr wachsenden Exemplaren Haustorien, deren Röhrchen in die Epidermiswand eingedrungen ist, ohne im Innern zur Blase anzuschwellen, vielmehr sowohl seitlich, als am innern Ende umscheidet von einer zapfen- oder buckelförmigen in das Zellenlumen ragenden Vortreibung der Membran (IX, 10). Die beschriebenen Haustorien entspringen im einfachsten Falle von solchen Stellen der Myceliumfäden, welche von den übrigen, ausser dem Haustorium durch nichts oder durch eine unbedeutende Verbreiterung ausgezeichnet sind (IX, 7, 8). Es möge diese Form mit dem Namen anhangslose Haustorien (haustoria exappendiculata) bezeichnet werden. So bei allen untersuchten Formen von Sphaerotheca, Podosphaera, den Erysiphe-Formen mit zweisporigen Ascis.

Bei einer anderen Form, (XII, 1—4, 6), als deren Repräsentant Calocladia Mougeotii Lév. (Lycii barbari) genannt sei, treibt der Mycelfaden wo ein Haustorium entwickelt wird eine etwa halbkreisförmige kleine, dem Myceliumfaden an Breite höchstens gleichkommende, der Epidermiszelle aufliegende seitliche Aussackung; das Haustoriumröhrchen entspringt entweder aus dieser, oder neben ihr von dem Faden

selbst. Der Bau des Haustoriums ist im Uebrigen der oben beschriebene. Diese Form soll haustoria appendiculata heissen. An sie schliessen sich endlich die gelappten Haustorien (h. lobulata, X, 1—5) bei welchen der Faden an den Befestigungstellen entweder eine einseitige, der Epidermis aufgedrückte, am Rande kerbig-lappige Ausstülpung treibt, oder solche Ausstülpungen an derselben Stelle nach zwei Seiten abgehen, so dass die Anheftung mittelst einer kerbig-lappigen Scheibe bewerkstelligt erscheint. Von irgend einer Stelle der Ausstülpungen oder von der Fadenmitte zwischen ihnen tritt dann in die Epidermiszelle ein Haustorium von oben beschriebenem Bau. Beispiele für diese Form sind Uncinula adunca Lév. (Populi fastigiatae) Erysiphe communis Lév. in ihren verschiedenen Formen, zumal der auf Knautia arvensis wachsenden, und auch der Traubenpilz, Erysiphe (Oidium) Tuckeri (Berk). Die von *Zanardini* zuerst gesehenen durch *v. Mohls* Beschreibung[1]) allgemein bekannt gewordenen Haftorgane dieses Pilzes sind jene lappigen Anhängsel an der Eintrittsstelle des Haustoriums. Dieses selbst fehlt meistens nicht, wurde vielmehr von den früheren Beobachtern nur übersehen. Bei getrockneten und in Weingeist aufbewahrten Exemplaren, die mir zur Zeit allein zu Gebote stehen fand ich im Innern der Blattepidermiszellen der Rebe die blasigen Anschwellungen selten ausgebildet; meistens, und an den Epidermiszellen der befallenen Beeren immer nur die Röhrchen, umscheidet von der oben beschriebenen zapfenartig nach Innen ragenden Vortreibung der (gebräunten) Membran.

Wo einfache oder lappige Appendices die Abgangsstelle der Haustorien bezeichnen erscheinen jene Appendices zuerst, das Haustorium später. Die Vergleichung älterer Exemplare lehrt ferner, dass die Anhängsel in beiderlei Form auch ohne Haustorien zu treiben hie und da vorkommen. Allerdings ist dies in Wirklichkeit relativ selten, scheinbar aber deshalb sehr häufig, weil bei der Präparation die Fäden ungemein leicht von der Stelle abreissen, wo das Haustoriumröhrchen in die Epidermiszellwand eintritt.

Kennt man den Sachverhalt einmal, so findet man leicht an den meisten die kleinen runden Abrissstellen, und in den Epidermiszellen zahlreiche Haustorien ausser Zusammenhang mit Mycelfäden.

An einer Ansatzstelle sah ich ich immer nur ein Haustorium von dem Myceliumfaden entspringen, sehr oft dagegen in einer Epidermiszelle zwei Haustorien, von benachbarten Fäden aus eingedrungen.

---

[1]) Bot. Zeitung 1853 p. 598.

Häufig zeigen die Epidermiszellen, in welche Haustorien eingedrungen sind auch bei vollendeter Ausbildung dieser keine erhebliche Veränderung in der Beschaffenheit von Membran, Protoplasma und Zellflüssigkeit. Nur fand ich nicht selten, dass auch in sonst normal aussehenden Epidermiszellen die blasige Anschwellung von einer dicken unregelmässig umschriebenen, der Wirthzelle angehörigen Protoplasmaschichte umgeben und selbst dergestalt verdeckt ist, dass sie erst nach Kali- oder Ammoniakeinwirkung zum Vorschein kommt. Früher oder später tritt allerdings meist eine Bräunung zuerst der Membran dann auch des Inhalts der die Haustorien bergenden Oberhautzellen ein, wodurch die Erkennung jener oft erschwert wird. Wie durch *v. Mohls* Darstellung bekannt ist, tritt die erwähnte Bräunung an den von den Haustorien der Erysiphe Tuckeri befallenen Oberhautzellen der Weinrebe sehr früh und sehr intensiv auf (weit früher und intensiver als in irgend einem anderen mir bekannt gewordenen Falle); ein Grund mehr um die Erkennung der Haustorien hier zu erschweren.

Die soeben beschriebenen Organe müssen selbstverständlicher Weise unter Vergleichung von Flächenansichten und auf die Oberfläche senkrechten Durchschnitten der vom Pilz befallenen Epidermis studirt werden, wenn, wie in der Regel der Fall ist, die Röhrchen und der Längsdurchmesser der Blase ohngefähr senkrecht zur Oberfläche gerichtet sind, das Haustorium daher in der Flächenansicht grossentheils von dem zugehörigen Faden verdeckt wird.

Nicht selten tritt aber der ganze Sachverhalt bei einzelnen Haustorien schon in der Flächenansicht hervor, indem Röhrchen und Längsdurchmesser der Blasenanschwellung so schräg zur Oberfläche verlaufen, dass sie von dieser aus in ziemlich genauer Profilansicht zu beobachten sind.

Von dem der Oberhaut angeschmiegten Mycelium erheben sich bei manchen Arten z. B. Sphaerotheca pannosa Lév., (*Tulasne* Carp. I Tab. III) Erysiphe Galeopsidis (Galeopsidis Tetrahit) aufsteigende kurze Zweige in die Luft. Sie sind im übrigen von denen des Myceliums nicht verschieden.

Bei allen Arten erheben sich ferner von dem Mycelium, nahezu senkrecht zur Epidermisfläche, die Conidienträger (vgl. IX, 12, 13, XI, 1): Aeste, welche meist stärker als die Mycelfäden und immer unverzweigt sind und nach bald begrenztem Längenwachsthum auf ihrem oberen Ende eine succedane Kette grosser, ovaler oder gerundet cylindrischer Conidien, bei Phyllactinia guttata nach *Tulasne* nur eine einzelne etwa keulenförmige Conidie abschnüren. Bei den meisten Arten sind die Conidienträger und ihre Producte ungemein zahlreich; die Anhäufung der letzteren gibt der

vom Pilz befallenen Oberfläche ein mehlig-staubiges, durch den Namen Mehlthau treffend bezeichnetes Aussehen.

Die Form, Grösse und Structur der Conidien darf hier wohl als allgemein bekannt betrachtet und von einer Beschreibung derselben, unter Hinweisung auf *v. Mohl's* und *Tulasne's* Arbeiten abgesehen werden.

Die Conidienträger und ihre Producte, früher vielfach als Angehörige des Formgenus Oidium (O. Tuckeri, O. leucoconium, O. erysiphoides etc.) beschrieben, sind immer die ersten, oft die einzigen der Fortpflanzung dienenden Organe, welche von dem Mycelium erzeugt werden. Für den letzgenannten Fall, dass sie die einzigen Reproductionsorgane sind, welche zur Ausbildung kommen, liefern viele Arten gelegentlich Beispiele, ganz besonders häufig, in unserem Klima, Sphaerotheca pannosa auf Rosen, Calocladia Mougeotii auf Lycium barbarum. (Vgl. *Léveillé* l. c.). Von E. Tuckeri Berk., dem Pilze der Traubenkrankheit, sind sogar, ohngeachtet seines massenhaften Auftretens und seiner weiten Verbreitung in den Weinbergen des wärmeren Europa, andere Fortpflanzungsorgane als die Conidien noch nicht bekannt und bei der Aehnlichkeit dieser und des Myceliums mit den gleichnamigen Organen anderer Species kann selbst nicht einmal mit Sicherheit angegeben werden, ob die Erysiphe unserer Reben für sich eine besondere Art ist oder nicht.

Wie aus den vorhandenen Beschreibungen hervorgeht und überall leicht zu sehen ist, sind die Conidien geschlechtslos erzeugte und geschlechtslos sich weiter entwickelnde Fortpflanzungszellen. Wenn ihre Bildung auf einer Myceliumausbreitung ihren Höhepunkt erreicht oder überschritten hat und die gegebenen Vegetationsbedingungen gestatten, dass der Pilz seine Formentwickelung vollendet, beginnt die Entwickelung der Geschlechtsorgane und ihrer Producte, der Perithecien. Diese Organe entstehen auf denselben Myceliumfäden wie die Conidienträger. Ein aufmerksamer Blick auf eine fruchtbare Myceliumausbreitung im Grossen, wenn der Ausdruck erlaubt ist, genügt um die schon von *Léveillé* und später besonders von *Tulasne* vertretene Ueberzeugung zu gehen, dass ein und dasselbe Mycelium conidienbildende Aeste und Perithecien trägt. Und an geeignetem Material, d. h. an Exemplaren mit eben beginnender Perithecienentwickelung, lässt sich lückenlos klar legen, wie die Conidienträger einerseits die Sexualorgane andererseits von einem und demselben Myceliumfaden als Aeste entspringen.

In der Beschaffenheit der Geschlechtsorgane und der Entwickelung der Perithecien aus ihnen lassen sich bei den untersuchten Arten zwei Haupt-Typen unterscheiden.

Der erste dieser findet sich bei den Formen, deren reife Perithecien typisch einen Ascus enthalten, also den *Léveillé*'schen Gattungen Sphaerotheca und Podosphaera; der andere bei denjenigen *Léveillé*'schen Genera, deren Perithecien mehrere, fast immer mindestens vier Asci führen.

Von dem ersten Typus habe ich Sphaerotheca Castagnei Lév. (Taraxaci officinalis, Impatientis nolitangere, Melampyri silvatici, Bidentis cernui) und Podosphaera tridactyla (Wallr.) (Pruni spinosae) genauer untersucht. Für die geannte Sphaerotheca hat die erneuerte Untersuchung in den allermeisten Punkten die Resultate bestätigt, welche ich früher[1]) an Exemplaren, welche auf Taraxacum wuchsen erhalten habe. (Vgl. IX, 1 — 6, 9, 11).

Die Bildung der Perithecien findet immer statt an der Kreuzungsstelle zweier Myceliumfäden, oder an der Berührungsstelle zweier neben einander herlaufender, wenn auch bei weitem nicht an allen diesen Stellen. Sie beginnt damit, dass jeder der beiden Fäden eine kurze aufrechte, einer Zweiganlage gleichende Aussackung treibt, welche von Anfang an der von dem anderen Faden getriebenen ihrer ganzen Länge nach fest anliegt. Beide Aussackungen wachsen zunächst miteinander auf eine den Querdurchmesser ihres Tragfadens etwa um das 2 — 3fache übertreffende Länge heran. Die eine schwillt dabei zu einer länglich-ovalen Blase an, welche bis doppelt so breit wird, wie ihr Tragfaden und sich von diesem etwas über der Ursprungsstelle durch eine Querwand als Zelle abgrenzt; sie wurde früher Eizelle genannt und möge hier Ascogonium heissen.

Die andere bleibt cylindrisch, dem Mycelfaden gleich breit oder etwas schmäler. Ihr oberes stumpf-abgerundetes Ende krümmt sich dabei, dem Ascogonium immer fest angeschmiegt, in der Regel über den Scheitel des letzteren, denselben theilweise oder manchmal selbst ganz bedeckend; eine Querwand deren Ort schon vorher oft durch eine leichte Einschnürung der Oberfläche bezeichnet ist, trennt alsbald das oberste Stück als besondere Zelle, deren Breite von ihrem Längsdurchmesser kaum übertroffen wird, von dem unteren cylindrischen Theile ab. Dieser selbst wird in der Regel schon vorher durch eine Querwand an seiner Basis von dem ihn tragenden Mycelfaden abgegrenzt. Aus der cylindrischen Aussackung ist somit geworden ein zweizelliger Körper, dessen kurze Endzelle dem Scheitel des Ascogoniums aufliegt und von einer cylindrischen, der Seite letzteres anliegenden getragen wird. Der ganze Körper

[1]) Fruchtentwickelung der Ascomyceten p. 4. Taf. I.

möge in Folgendem als Pollinodium bezeichnet werden; seine Endzelle, welche ich früher Antheridie nannte, einfach als Endzelle. Beide Organe, Ascogon und Pollinodium haben die gleiche Structur wie jugendliche Myceliumfäden: innerhalb farbloser Membran sehr durchsichtiges homogenes, öfters von höchst zart umschriebenen kleinen Vacuolen unterbrochenes Protoplasma. Ihre Membran fand ich auch jetzt, wie schon früher (l. c.) angegeben und nachher von *Tulasne*[1]) bestätigt wurde, ringsum geschlossen, eine Durchbrechung derselben und Communication der beiderseitigen Innenräume konnte nie und nirgends bemerkt werden (IX, 1, 9).

Als nächstfolgendes Entwicklungsstadium sieht man nun (IX, 9) wie das unter der basalen Wand des Ascogons befindliche kleine Stück der primären Aussackung sich etwas vergrössert, zu einem kurzen und breiten, das Ascogon tragenden Stiele, und wie dieser gleichzeitig dicht unter jener basalen Wand breite Aussackungen austreibt, die sich zu stumpfen, cylindrischen, dem Ascogon fest anliegenden und an ihm emporwachsenden Schläuchen verlängern. Die gesammte Zahl der Schläuche, welche auf diese Art als Hüllschläuche das Ascogon umwachsen, betrug bei meinen früheren Zählungen 8 oder 9, neuerdings fand ich ihrer auch nur 7, vielleicht auch 10. Sie entspringen entweder der Mehrzahl nach (ob jemals alle ist fraglich) neben einander im Umkreise der bezeichneten Stielregion; oder es entstehen hier nur wenige (3 gezählt) und von diesen treibt sofort einer oder mehrere Seitenzweige, welche die Eigenschaften von Hüllschläuchen annehmen. Einzelne von diesen entstehen jedenfalls in sehr vielen Fällen (ob in allen lasse ich dahingestellt) als Ausstülpungen unter der Basalwand des Pollinodiums (IX, 2, 9, 11).

Welche von diesen drei Ursprungsarten ihnen auch zukommen mag, die Hüllschläuche liegen immer von Anfang an mit ihrer Innenfläche dem Ascogon, mit ihren Seitenflächen einander fest an. Sie wachsen in dieser Verbindung, eine einfache Schicht bildend, an dem Ascogon empor, sich in den Umfang desselben theilend, dann und wann eine kleine seitliche Aussackung treibend und in eine entsprechende Lücke einschiebend, und beenden ihr Längswachsthum indem sie über dem Scheitel des Ascogons zusammenschliessen. Das Pollinodium ist anfangs von den beiden angrenzenden Schläuchen seitlich eingeschlossen, bildet also einen Theil der einfachen Hüllschicht. Die Schläuche dieser stehen ihm an Breite etwas nach. Bald nehmen dieselben aber

---

[1]) Ann. sc. nat. 5e. Sér., VI, p. 219.

sämmtlich an Breite zu, unter bleibender Berührung mit dem Ascogonium und in Folge hiervon drängen sich die benachbarten Schläuche zwischen Ascogon und Pollinod von beiden Seiten her ein, letzteres aus seiner ursprünglichen Lage nach aussen schiebend.

Nach der Umwachsung des Ascogons durch die Hüllschläuche hat der ganze aus diesen Theilen gebildete Körper breite, oft etwas unregelmässige Eiform. Die Schläuche verlaufen entweder nahezu meridianartig von unten nach oben, oder — und zwar oft von Anfang an, schräge, in leichter Schraubenwindung. Unmittelbar nach vollendeter Umwachsung treten in jedem Schlauch Querwände auf, welche ihn von seinem Ursprungsorte abgrenzen und in 2 bis 3 Zellen theilen — eine vielzellige Hülle umgibt somit fortan das Ascogonium (IX, 3—5).

Die Zellen der Hülle nehmen nun continuirlich, und vorwiegend in der Richtung der Fläche, an Grösse zu, der Umfang des ganzen Körpers wächst hierdurch, seine Gestalt nähert sich mehr und mehr der Kugelform. Das Ascogonium folgt diesem Wachsthum zunächst nur unvollständig. Die Lücke, welche in Folge hiervon zwischen ihm und der Hülle entstehen müsste wird ausgefüllt durch Aussackungen, gleichsam Zweige, welche von der Innenfläche der Hüllzellen ausgetrieben werden und sich zwischen diese und das Ascogonium einschieben. Wenn die Bildung dieser Aussackungen eben begonnen hat, gelingt es nicht selten bei scharfer Einstellung, Lücken zwischen denselben zu finden und einzelne ihrem ganzen Verlaufe nach als kurze, unregelmässig gestaltete Schläuche zu verfolgen. Da und dort sieht man sie sich verzweigen und durch Querwände in Glieder abtheilen und von den Hüllzellen, von welchen sie ausgingen abgrenzen. Bald aber findet man die in Rede stehenden Gebilde so reich verzweigt und so dicht zwischen einander geschoben, dass der Verlauf der einzelnen nicht mehr deutlich verfolgt werden kann. Sie stellen miteinander ein lückenloses unregelmässig-parenchymähnliches Gewebe dar, welches zwischen die peripherische Hüllschicht und das Ascogon eingeschoben ist, und zuerst aus einer, bald, in Folge der Einschiebung neuer Zweigzellen, aus zwei bis drei unregelmässigen concentrischen Zellschichten besteht. Ich sah die Einschiebung dieses parenchymähnlichen Gewebes von den verschiedensten Punkten der primären Hülle ausgehen, zuerst von den Seiten, zuletzt von der Scheitelregion. Ob sich alle Zellen jener daran betheiligen oder eine Anzahl unbetheiligt bleibt war mir allerdings nicht möglich zu entscheiden. Durch die Einschiebung des soeben genannten Gewebes wird das Pollinodium vollends aus seiner ursprünglichen dem Ascogon angeschmiegten Lage weit nach aussen gedrängt (IX, 3 bis 6).

Die zwischen Ascogon und primäre Hülle eingeschobenen Zellenlagen sind dieselben, welche ich schon früher als Innenwand des Peritheciums bezeichnet habe. Diese mag genannten Namen behalten, ihrer Entstehung und ihrem späteren Verhalten nach entspricht sie dem Ausfüllgewebe bei Eurotium. Die in meiner früheren Abhandlung enthaltene Angabe, nach welcher die Anlage der Innenwand nicht zwischen die peripherische Hülle und das Ascogon eingeschoben werden, sondern aus einer Theilung des letzteren hervorgehen soll, beruht auf mangelhafter Beobachtung die sich aber erst durch Anwendung sehr starker und guter Vergrösserungen berichtigen liess. Es möge hier noch besonders hervorgehoben werden, dass es zur sichern Ermittelung des richtigen Sachverhalts bei den in Rede stehenden Formen nothwendig ist, die ersten Anfangsstadien der Innenwandbildung aufzusuchen. Später sind die Zellen letzterer allseits so fest miteinander verbunden, dass eine Isolirung der einzelnen Fäden, welchen sie angehören nicht — wie es bei anderen Erysiphen der Fall ist — gelingt.

Bis nach Anlegung der Innenwand nimmt das Ascogonium zwar fortwährend, aber wie schon erwähnt relativ wenig an Grösse zu, es ist, wenn die Innenwand schon aus 2 Zelllagen besteht etwa ½ mal länger als zur Zeit des Hervorsprossens der Hülle, seine Gestalt dabei oval geblieben oder in schmale Birnform übergegangen, häufig mit einer leichten Krümmung, welche schon während der Bildung der Hüllschläuche beginnt und bei welcher alsdann die convexe Seite immer dem Pollinodium zugekehrt gefunden wurde.

Ohngefähr gleichzeitig mit der vollendeten Einschiebung einer Innenwandlage, manchmal früher, d. h. wenn die Innenwand am Scheitel noch fehlt, theilt sich das Ascogon in oder etwas unter seiner Mitte durch eine Querwand in 2 Zellen. Die obere dieser wird zu dem bei vorliegender Species einzigen Ascus, die untere stellt eine diesen tragende Stielzelle dar (IX, 3—6).

Mit Vollendung der beschriebenen Entwickelungsvorgänge sind ausser den Sporen alle Theile des Peritheciums angelegt. Dieses nimmt hinfort noch an Grösse zu und allmählich die für den Reifezustand characteristische Structur an. Die peripherischen Hüllzellen werden miteinander zur Aussenwand des Peritheciums. Sie theilen sich von dem Momente ihrer ersten Abgrenzung an nicht mehr, wachsen vorwiegend in der Richtung der Oberfläche, und erhalten hierdurch tafelförmige, unregelmässig polygonale Gestalt, nicht selten etwas buchtige Seitenflächen. Ihre anfangs farblose und zarte, durch Jod blau werdende Membran verdickt sich zuletzt erheblich und nimmt nach und nach dunkelbraune Farbe an. Schon bei halberwachsenen Exemplaren beginnen einzelne

Zellen der Aussenwand jene langen schlauchförmigen Haare auszutreiben, welche unter dem Namen der Appendiculae bekannt und bei der vorliegenden Species vorzugsweise an dem untern, an das Mycelium grenzenden Theile vorhanden, meist unregelmässig ästig, mit Querwänden und braun werdender Membran versehen und grösstentheils zwischen die Fäden des Myceliums eingeflochten sind. Die Zellen des Pollinodiums nehmen mit denen der Aussenwand gleiche Beschaffenheit an; an halbreifen Exemplaren sind sie, etwas grösser als zu Anfang, an der Oberfläche der Aussenwand kenntlich, die Endzelle in Gestalt unverändert, die untere gestreckte zuweilen durch eine Querwand getheilt und oben mit einzelnen kurzen, zwischen die Aussenwandzellen sich einschiebenden Aussackungen versehen. Die 2—3 Zellschichten der Innenwand nehmen nach ihrer Anlegung an Grösse erheblich zu, ihr Protoplasma wird dicht- und feinkörnig, ihre Wände weich, bei Druck sehr leicht platzend und den körnigen Inhalt entleerend. Wie lange noch Theilungen in ihnen stattfinden ist nicht genau zu bestimmen. In dem reifen Perithecium hat die innerste, an den Ascus grenzende Zellenlage ihre zarten farblosen Wände behalten, die Membranen der äusseren an die Aussenwand grenzenden, stark zusammengedrückten haben hellbraune Farbe angenommen. Ascus und Stielzelle wachsen in der ersten Zeit beide sehr langsam. Diese nimmt kaum mehr an Umfang zu; ersterer schimmert durch seine Umgebung als relativ kleine, die ursprüngliche Form beibehaltende Zelle hindurch bis das Perithecium nahezu seine definitive Grösse erreicht hat. Alsdann beginnt der Ascus vorwiegend, und allem Anscheine nach rasch zu wachsen und ziemlich regelmässige Kugelgestalt anzunehmen. Er drängt hiebei das ihn nächstumgebende Gewebe zusammen, besonders werden die Zellen der äusseren sich bräunenden Lagen der Innenwand stark plattgedrückt, so dass sie nur auf sehr dünnen Durchschnitten sichtbar sind und an bloss halbirten Exemplaren die Innenwand wieder aus einer einfachen Zellenlage zusammengesetzt zu sein scheint; auch die Stielzelle drückt er bis zur Unkenntlichkeit zusammen. Seine anfangs zarte und den umgebenden Zellen fest angewachsene Membran bleibt zwar farblos, wird aber beträchtlich verdickt, dabei weich und aus dem Verbande mit der Umgebung gelockert. Der reife Ascus gleitet daher bei vorsichtigem Drucke leicht aus dem berstenden Perithecium heraus. Ueber sein weiteres Verhalten, insonderheit über die schliessliche Entstehung der von dichtem Epiplasma umgebenen Sporen in ihm und den Bau der letzteren ist den früheren Angaben nichts hinzuzufügen.

Die Entwickelung der Perithecien von Podosphaera tridactyla (*Wallr.*) (Pruni spinosae) stimmt mit der für Sphaerotheca beschriebenen fast vollständig über-

ein. Darin weicht sie von letzterer ab, dass das Füll- oder Innenwandgewebe, dessen Protoplasma wie bei Erysiphe orangegelbe Farbe annimmt, weit massiger entwickelt wird, der Ascus lange Zeit noch relativ kleiner bleibt als bei Sphaerotheca. Und ferner glaube ich mehrfach das Ascogonium nicht durch eine Querwand in zwei sondern durch zwei Querwände in drei übereinanderstehende Zellen getheilt gesehen zu haben. Ich gebe dieses nicht ganz bestimmt an, weil ich nicht mit Sicherheit entscheiden konnte, ob die unterste, kürzeste der jedenfalls vorhandenen drei Zellen nicht dem Ascogon selber angehörte sondern dem dieses tragenden Stielchen. Die Hüllschläuche entsprangen immer so dicht über dem Myceliumfaden, dass die Entscheidung über erwähnte Frage nicht zu treffen war. Nach der Theilung krümmt sich die aus dem Ascogon hervorgegangene 2- oder 3gliedrige Zellreihe ziemlich stark nach einer Seite. Schliesslich wächst die oberste ihrer Zellen zum Ascus aus, ihre Umgebung zusammendrückend wie bei Sphaerotheca. Dünne Durchschnitte zeigen, dass sich die Wände von 3—4 Zellenlagen der Innenwand mit denen der Aussenwand bräunen. Die eigenthümliche Form der Appendices bei in Rede stehender Art ist, zumal durch *Tulasne's* Abbildung bekannt, ebenso ihre aufrechte Stellung auf dem Scheitel des Peritheciums. An der Basis dieses treiben übrigens die Wandzellen ebenfalls schlauchförmige Ausstülpungen, welche zu verästelten, den Myceliumfäden gleichenden und zwischen diese eingeflochtenen Hyphen heranwachsen und das Perithecium auf der Unterlage befestigen helfen.

Die erhebliche Krümmung des heranwachsenden Ascogons erinnert, wie sich weiter unten zeigen wird, schon an die Erysiphen mit typisch mehreren Ascis in einem Perithecium. Noch mehr gilt dies von der Theilung des Ascogons in drei Zellen wenn sie sich bestätigt. *Tulasne*[1]) fand bei Spaerotheca pannosa und einer anderen zu Sphaerotheca gehörigen Form (E. Dipsacearum Tul. Dipsaci silvestris) zuweilen zwei Asci statt eines in einem Perithecium. Nach dem über Sphaerotheca Bekannten und über die Erysiphen mit mehreren Ascis unten Mitzutheilenden ist es nicht zweifelhaft, dass dieses Verhältniss so zu Stande kommt, dass entweder die beiden oder zwei von den drei aus der Theilung des Ascogons hervorgegangenen Zellen zu Ascis werden. Direct beobachtet habe ich diesen Vorgang nicht, überhaupt bei den untersuchten Sphaerothecen und Podosphaeren immer nur einen Ascus im Perithecium gefunden.

---

[1]) Carpol. I, p. 209, 211.

In meiner früheren Arbeit habe ich angegeben, dass von den beiden Mycelfäden an deren Kreuzungstelle die Perithecien angelegt werden immer der unten liegende das Ascogon, der oben liegende das Pollinodium producirt. Soweit ich neuerdings auf dieses Verhältniss achtete fand ich den früheren Befund bestätigt, daneben jedoch auch die andere oben schon angedeutete Erscheinung, dass beiderlei Organe nicht von einer Kreuzungstelle, sondern von der Berührungstelle zweier neben einander herlaufender Mycelfäden entsprangen.

Nicht ganz so einfach wie bei den bisher besprochenen Formen entwickelt sich das mit mehreren bis vielen Ascis versehene Perithecium der meisten anderen Erysiphen. Seine Entwickelungsgeschichte untersuchte ich vorzugsweise bei der Umbelliferen bewohnenden E. Umbelliferarum (Angelicae silvestris), E. communis Lév. von Trifolium alpestre, E. holosericea Lk., E. lamprocarpa (Lappae tomentosae[1]), E. Galeopsidis DC. (Galeops. Tetrahit).

Auf diese bezieht sich daher zunächst die folgende Darstellung. Ich fand jedoch auch bei E. lamprocarpa von Mentha aquatica, Plantago major, E. communis (von Knautia arvensis und Ranunculus) E. Grossulariae, E. Berberidis, E. adunca (Populi) E. guttata (Carpini et Coryli) alle hier zu beschreibenden Entwicklungstadien wesentlich in derselben Form wieder und nur die specielle Gestaltung der einzelnen Theile in späteren Stadien bei den verschiedenen Species verschieden. Für die übrigen in dem Anhange genannten Arten und Formen setzt der Bau halbreifer und reifer Perithecien ausser Zweifel, dass sie in ihrer ganzen Entwickelung mit den specieller darauf untersuchten Gattungsgenossen übereinstimmen; die folgende Darstellung kann daher der Hauptsache nach für alle ächten Erysiphen mit Ausschluss von Sphaerotheca und Podosphaera gelten.

Ascogonium und Pollinodium in fester Verbindung mit einander treten auch bei diesen Arten als Anfang der Perithecienbildung auf. Ihr Ursprung ist derselbe wie bei Sphaerotheca, ihre Gestalt aber von der geraden, orthotropen der Sphaerotheca verschieden, nämlich gekrümmt, campylotrop (IX, 12, 13, 20; X, 7).

Das Pollinodium ist stumpf cylindrisch gestaltet, aufrecht und hakig gebogen. Das Ascogonium stellt eine keulenförmige, mit dem breiten Ende nach oben sehende Zelle dar, welche in einem unter durchschnittlich etwa 40° ansteigenden Spiralumlauf fest

---

[1]) Die auf Lappa so häufige E. Montaguei Lév. ist von E. lamprocarpa Lév. meines Dafürhaltens nicht verschieden.

um das Pollinodium gewunden ist, derart, dass letzteres mit seiner ganzen concaven Seite dem Ascogon innig anliegt, von diesem theilweise auch an den Flanken umfasst und nur mit seiner convexen oder Rückenseite frei ist. Die oberen Enden beider Organe liegen neben einander in gleicher Höhe.

Das Ascogonium ist, wie schon erwähnt, eine einfache Zelle, zartwandig, von derselben Inhaltsbeschaffenheit wie bei Sphaerotheca, etwas über der Abgangsstelle von dem Myceliumfaden der es erzeugte durch eine Querwand abgegrenzt. An der entsprechenden Stelle ist auch das Pollinodium durch eine Querwand begrenzt. Eine zweite solche Wand grenzt häufig auch sein oberes Ende als isodiametrische Zelle von dem gestreckten unteren Theil ab, wie bei Spaerotheca, doch konnte ich diese Endzelle in anscheinend gleichen Entwickelungsstadien bei derselben Species das einemal deutlich, das anderemal nicht erkennen. Das Dickenverhältniss der beiden Organe ist ohngefähr dasselbe wie bei Sphaerotheca. Eine Verschmelzung, Copulation der beiderlei Organe konnte ich zu keiner Zeit nachweisen, so sehr ich auch danach suchte.

Als nächstes Entwickelungstadium (IX, 14, 21, 22) sieht man nun unter dem Ascogon, von dem kurzen stielartigen Träger desselben, oder von dem Mycelfaden selbst welchem es aufsitzt, Hüllschläuche (in dem bei Sphaerotheca gebrauchten Sinne des Wortes) ausgetrieben werden und das Ascogon umwachsen. In sehr einfachen und der Beobachtung günstigen Fällen sah ich wie zwei solcher Schläuche, jederseits einer, von der Basis aus an der concaven Seite des Ascogons hinaufwachsen. Jeder dieser treibt alsbald Zweige, welche in fester seitlicher Berührung miteinander denen des andern entgegen und quer um das Ascogon wachsen, um auf der convexen Rückenseite dieses zuletzt mit jenen zusammenzutreffen; die Enden aller schieben sich zur Bildung einer lückenlosen Hülle gegen und zwischen einander. Der Rücken und die Spitze des Ascogons werden zuletzt von der Hülle umschlossen. Präparate wie die in Figur 14, 15, 22 u. 23 dargestellten gestatten die gegebene schematische Beschreibuug des Vorgangs. In der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist jedoch eine solche schematische Regelmässigkeit nicht erkennbar. Man erkennt mit der grössten Bestimmtheit, dass eine Anzahl Hüllschläuche unter dem Ascogon hervortreten, sich verästeln und ihre Zweige zur Bildung einer das Ascogon eng umschliessenden zunächst einschichtigen Hülle seitlich an- und zwischen einander schieben; allein die Verzweigungen und ihre Anordnung erscheinen so unregelmässig, dass es nicht möglich ist, mehr als das soeben Gesagte zu constatiren. Das Pollinodium sah ich in einzelnen Fällen deutlich zunächst mitumwachsen, in seiner ursprünglichen Lage und Form in die Hülle mit ein-

geschlossen werden (IX, 21). Nach Schliessung der Hülle hat der ganze Körper etwa die Form eines von den Seiten her etwas zusammengedrückten und nach dem Substrat hin leicht gekrümmten Eies oder, um einen anschaulichern Vergleich zu gebrauchen, etwa die des befruchtungsreifen oder eben befruchteten campylotropen Ovulums vieler Phanerogamen (z. B. Lychnis, Dianthus u. a. m.). Diese Form geht während des nunmehr eintretenden Wachsthums in die einer Kugel oder einer mit der ebenen Grundfläche dem Substrat aufsitzenden Halbkugel über.

Nach Umwachsung des Ascogons treten in den Hüllschläuchen zur Oberfläche senkrechte Wände hervor, welche sie in unregelmässig buchtige Zellen theilen. Es beginnt also die Bildung einer vielzelligen Hülle oder Aussenwand, um die oben angewendete Terminologie beizubehalten. Fast gleichzeitig treibt die Innenfläche der Aussenwandzellen — ob aller muss auch hier dahingestellt bleiben — kurze Aussackungen, welche sich zwischen Ascogon und Aussenwand eindrängen: die Anfänge des Innenwand- oder Füllgewebes (IX, 15, 23). Die Hauptformbestandtheile des Peritheciums, Aussenwand, Innenwand und Ascogon, resp. ascusbildende Hyphe sind hiermit angelegt. Sie zeigen bis zur Reife, unter beträchtlicher Grössenzunahme des Ganzen, folgende Veränderungen.

Die Aussenwand (IX, 15, 18, 23—26; X, 8—10) nimmt an Umfang und Zellenzahl stetig zu, die Grösse der einzelnen Zellen nicht oder zuletzt nur wenig. Es muss daher während des Flächenwachsthums die Theilung der Zellen durch radiale Wände andauern. Die einzelnen Zellen haben in der Flächenansicht unregelmässig eckigen oder buchtigen Umriss. Sie sind sämmtlich bis zur beginnenden Reife farblos, mit zarter Wand und durchsichtigem Inhalte versehen. Die auf dem Substrat aufliegenden beginnen schon früh secundäre Myceliumfäden oder Wurzelhaare (fils radiculaires *Tulasne*) zu treiben, d. h. schlauchförmige Ausstülpungen, welche zu ästigen septirten Hyphen heranwachsen, die den primären Mycelfäden ähnlich sind und sich zwischen diese einflechten. Andere zumal der oberen Hälfte des Peritheciums angehörende Aussenwandzellen treiben ebenfalls schon früh als schlauchförmige Ausstülpungen die Anfänge jener abstehenden bei den verschiedenen Species verschieden gestalteten und geordneten Haare, welche unter dem Namen Appendiculae bekannt sind[1]). Mit beginnender Reife tritt Verdickung und allmählich intensiv werdende Bräunung der

---

[1]) Vgl. *Tulasne* Ann. sc. nat. u. Carpolog. l. l. c. c.

Membranen ein, sowohl der Aussenwandzellen als der Appendiculae, an letzteren bei verschiedenen Species in verschiedener Ausdehnung.

Die Aussackungen, welche oben als Anlagen der Innenwand bezeichnet wurden, wachsen rasch zu kurzen ästigen Hyphen heran, welche sich zwischen Ascogon und Aussenwand einschieben. Sie sind stets durch Querwände in isodiametrische Glieder getheilt und dergestalt fest und lückenlos verflochten und aneinander gedrängt, dass sie im intacten Zustande ein dichtes Parenchym darzustellen scheinen. An den Seiten und dem Scheitel des Peritheciums erreicht dieses eine Mächtigkeit von 5 — 6 Zellschichten, an der Basis ist es minder massig entwickelt (vgl. die letztcitirten Figuren)

Wenn man den optischen Durchschnitt eines noch nicht gebräunten Peritheciums einstellt, so erscheinen diese Schichten durchaus wie die eines parenchymatischen Gewebes vereinigt. Ihre Zusammensetzung aus verflochtenen, verzweigten, kurzgliedrigen Hyphen lässt sich aber bei den in Rede stehenden Formen weit leichter direct nachweisen als bei Spaerotheca, denn wenn man ein noch nicht gebräuntes Perithecium, nach kurzer Einwirkung von Ammoniak oder diluirter Kalilösung, durch vorsichtigen Druck zersprengt, treten die einzelnen Hyphen aus der Verflechtung und können mit ihren Verzweigungen isolirt werden. Besonders schön gelang dies bei E. communis Lév. auf Trifolium medium (X, 13) und E. holosericea.

Die Zellen des Innenwandgewebes beginnen schon in sehr frühen Stadien von den benachbarten durch dichte, feinkörnige Beschaffenheit des Inhalts sich auszuzeichnen. Dieser ist dabei anfangs farblos, nimmt aber nach und nach eine ziemlich intensiv orangegelbe (wohl durch so gefärbtes, fein vertheiltes Fett bedingte) Farbe an — die Orangefarbe junger Perithecien, welche von den älteren Beobachtern immer erwähnt wird, hat in der Innenwand ihren Sitz. Die Membranen der in Rede stehenden Zellen sind zart; mit der Färbung des Inhalts werden sie weich, in Wasser und in verdünnten Alkalien merklich gelatinös quellend; sie sind Anfangs durchweg farblos, mit der Reife betheiligen sich die 3 — 5 peripherischsten Lagen an der Verdickung und Bräunung von welcher bei der Aussenwand die Rede war, mit letzterer eine derbe 4—6schichtige braune Wand bildend; die weiter innen gelegenen bleiben farblos.

Das Ascogon stellt in dem bisher beschriebenen Entwicklungszustand eine einfache Zelle dar. Dieselbe zeichnet sich von dem Innenwandgewebe aus durch ihr völlig farbloses, homogenes, sehr durchscheinendes, hie und da Vacuolen umschliessendes Protoplasma. Das Gleiche gilt von ihren zu beschreibenden nächsten Entwickelungsproducten.

Die Basis des Ascogons bleibt immer an ihrem ursprünglichen Orte, oder könnte höchstens in sehr späten Entwickelungstadien, in welchen die Sache nicht mehr controlirt werden kann, unbedeutend verschoben werden. Die Dicke des Ascogons nimmt in den nächsten Entwickelungstadien nur unerheblich zu. Dagegen beginnt es schon während der Umwachsung durch die Hüllschläuche in die Länge zu wachsen, wobei seine spiralige Windung lockerer und unregelmässiger wird. In der Profilansicht scheint es oft nur hakenförmig gekrümmt zu sein, bei Aenderung der Mikroskop-Einstellung erkennt man jedoch, dass die Krümmung nicht in einer ebenen Fläche liegt. Mit dem fortschreitenden Längenwachsthum theilt es sich durch successive parallele Querwände zuerst in 2 dann in mehrere, zu einfacher Reihe geordnete kurz cylindrische Zellen (IX, 15, 16, 25). Der Anfang dieser Theilungen fällt mit der Vollendung der Aussenwand oder der ersten Innenwandlage ohngefähr zusammen. Ich sah einmal drei Querwände vor beginnender Anlegung der letzteren, ein andermal erst eine Querwand bei schon vorhandener erster Innenwandschichte. Ich führe diese Beobachtungen an ohne übergrosses Gewicht darauf zu legen, denn bei der grossen Durchsichtigkeit des Ascogons, seiner Krümmung, der geringen Durchsichtigkeit seiner Umgebung und der Unmöglichkeit diese Dinge anders als an undurchschnittenen Exemplaren zu untersuchen, kann eine jugendliche zarte Querwand leicht übersehen werden. Das beschriebene Wachsthum des Ascogons schreitet zuerst langsamer fort als das der Innenwand. Wenn diese schon aus 3—4 Zellschichten besteht, liegt jenes noch als einfache Zellreihe, soweit die Krümmung eine Zählung erlaubt aus etwa 8 Zellen bestehend, in dem untern mittlern Theile des Peritheciums (IX, 25). Dann beginnt es lebhaft zu wachsen. Es nimmt, unter Vermehrung seiner stets kurz cylindrischen. Zellen und indem seine Krümmung wieder stärker und dabei höchst unregelmässig wird, beträchtlich an Länge zu. Zugleich beginnt an allen oder doch den meisten seiner Zellen die Austreibung dicker stumpfer Zweige von denen viele wiederum einen bis zwei oder drei kurze Aeste treiben. Alle Zweige werden durch zarte Querwände von ihren relativen Hauptstämmen abgegrenzt und gleich diesen in ohngefähr isodiametrische Zellen getheilt (IX, 18, 19, 26, X, 8—11). Eine auch bei den verschiedenen Individuen derselben Species nicht ganz gleiche Anzahl dieser Zellen — bei den zunächst in Rede stehenden Arten meist 6—8, bei E. Galeopsidis bis 12 — wächst nun zu den grossen, keulen- oder eiförmigen Ascis heran, in deren Protoplasma schliesslich die Sporen gebildet werden. Die übrigen Zellen bleiben steril, sie verlieren nach und nach ihren Protoplasmagehalt und werden mit den nachher zu erwähnenden, zwischen sie eingescho-

benen Innenwandzellen gegen die untere Wandseite gedrängt. Eine bestimmte Ordnung in der Folge und gegenseitigen Stellung der sterilen Zellen und der Asci konnte ich nicht finden; nur schienen immer die den Enden des Ascogons entsprechenden steril zu bleiben und andererseits sieht man häufig mehrere unmittelbar neben einander gereihte Zellen zu Ascis auswachsen (IX, 19, X, 11, 12, 14, 15).

Die aus dem Ascogon hervorgegangene gekrümmte ästige Zellreihe an welcher diese Entwickelung stattfindet, bleibt ihrem Ursprunge gemäss immer in dem unteren, dem Substrate zugekehrten Theile des Peritheciums, in diesem entweder in fast horizontaler oder aufsteigender Richtung gekrümmt. Ihre Verzweigungen erheben sich gerade oder schräg aufrecht gegen den Scheitel des Peritheciums, die schwellenden Asci dehnen sich bis nahe unter diesen aus. Da der Raum innerhalb der Aussenwand zunächst von dem massigen Innenwandgewebe ausgefüllt wird, so drängen und schieben sich die zuwachsenden Theile und Verzweigungen des Ascogons zwischen dieses ein; und da die Aussenwand ihren Umfang nur langsam vergrössert und geschlossen bleibt, also Widerstand leistet, werden die Innenwandelemente von den stetig wachsenden Entwickelungsproducten des Ascogons theils gegen die Aussenwand hin, theils zwischen die Windungen und Zweige des Ascogons, insbesondere die Asci, gedrängt und zusammengedrückt. Das Ascogon mit seinen Zweigen stellt daher in dem etwa halb erwachsenen Perithecium ein dichtes Knäuel oder Bündel dar von dicken, kurzen, mit ihren stumpfen Enden grösstentheils nach dem Scheitel sehenden, farblosen Hyphen. Es ist in dem Grunde des Peritheciums befestigt, zwischen seine Windungen und Zweige ragen von allen Seiten her einzelne Zellreihen des Innenwandgewebes (IX, 18, 19, 26, X, 9, 10—12). Soweit letztere zwischen den Ascis liegen, werden sie durch diese mehr und mehr, schliesslich vollständig verdrängt. Zwischen den nahezu erwachsenen und vollends zwischen den reifen Ascis findet man meistens keine Spur jener Zellreihen wieder, selten einzelne Zellen oder Reihen eingeklemmt, niemals aber jene in *Tulasne's* Abbildungen dargestellten reichlichen paraphysenähnlichen Bildungen. Die reifenden und reifen Asci nehmen vielmehr miteinander wenigstens die oberen drei Viertel des von der Wand umschlossenen Raumes für sich allein ein, in diesem lückenlos, mit abgeplatteten und kantigen, erst bei der Befreiung aus dem Perithecium sich rundenden Seitenflächen aneinander gedrängt (X, 17, 18).

Soweit die Innenwandelemente zwischen den sterilen Theilen der Ascogon-Hyphe eingeschoben sind, bleiben sie, wenigstens grossentheils, erhalten, mit diesen ein

unentwirrbares lückenloses Geflecht bildend, das von den ihm eingefügten wachsenden Ascis gegen die untere Seite der Wand gedrängt wird.

Von den die Ascusgruppe umringenden Theilen der Innenwand wurde schon oben gesagt, dass die 3—5 peripherischen Lagen mit eintretender Reife ihre Wände verdicken und bräunen; die Zellen derselben sind gleichfalls zur Reifezeit von innen nach aussen stark zusammengedrückt. Innen von diesen gebräunten Lagen behalten eine bis wenige, hie und da zwischen die oberen Enden der Asci einspringende Zellschichten ihre farblosen Membranen und den dichten orangefarbenen Inhalt; ihre Zellen erscheinen auch, wenigstens wenn sie durch Druck oder Schnitt aus der braunen Wand freigelegt sind, in ihrer ursprünglichen isodiametrisch polygonalen oder rundlichen Form.

Das reife Perithecium besteht somit aus der mehrschichtigen braunen Wand mit ihren Appendices, den aus einer Anzahl von Zellen der Ascogonhyphe hervorgegangenen Ascis, welche den von der Wand umschlossenen Raum fast vollständig ausfüllen, und dem unbedeutenden zwischen Ascusgruppe und Wand eingedrängten Gewebe: an der Basis den sterilen Zellen der Ascogonhyphe mit eingeflochtenen Innenwandelementen, seitlich und am Scheitel letzteren allein.

Was das Schicksal betrifft, welches das Pollinodium während der Peritheciumentwickelung erleidet, so wurde, wie schon erwähnt, beobachtet, dass es, an seinem ursprünglichen Ort verbleibend, von der primären Hülle mit umschlossen wird. In späteren Entwickelungstadien sah ich öfters an noch durchsichtigen Exemplaren innerhalb des Innenwandgewebes eine Zelle, welche der Gestalt und Stellung nach dem Pollinodium glich, von dem umgebenden Innenwandgewebe durch derbere Membran und einige auffallend glänzende Körnchen im Inhalte unterschieden, durch eine Lage von Innenwandgewebe von dem Ascogon getrennt war. Dass diese Zelle das aus seiner ursprünglichen Stelle verdrängte Pollinodium darstellt ist wahrscheinlich, doch kann ich keinen Beweis afür beibringen. In sehr vielen Fällen fand ich nach Beginn der Innenwandbildung keine Spur mehr von diesem Organe und für alle vorgeschritteneren Stadien gilt das Gleiche.

Von den reifenden und reifen Ascis ist wenig neues zu berichten. Unversehrt aus dem Perithecium befreit (X, 6, 14—16) stellen sie keulen- oder eiförmige Zellen dar, mit stielartig verschmälertem, ganz unten wieder etwas erweitertem, oft unregelmässig-fussförmigen Grunde. Mit dieser Erweiterung sind sie, wie zusammenhängende Präparate zeigen, der Zellreihe eingefügt als deren Glieder wir sie oben kennen

lernten. Wie schon gesagt wurde, liegen sie in dem intacten Perithecium derart aneinander gedrängt, dass die Berührungsflächen eben und durch scharfe Kanten begrenzt, nur ihre gegen die Peritheciumwand sehenden Aussenflächen convex sind. Die Membran der Asci bleibt stets farblos, weich, und erreicht zumal an den Seiten beträchtliche Mächtigkeit, an dem Scheitel ist sie dünner. Sie umschliesst dichtes, gleichförmig-feinkörniges, stark lichtbrechendes Protoplasma. Einen Zellkern habe ich in diesem nicht gesehen, auf sein Vorkommen übrigens wenig geachtet. In dem Protoplasma, und von einer dichten Lage dieses stets umgeben, entstehen zuletzt simultan die Sporen, als längliche oder ovale Zellen. Dieselben bleiben stets mit zarter farbloser Wand versehen, führen dichtes, dem des Ascus ähnliches Protoplasma und zeigen in der Mitte einen deutlichen, bei oberflächlicher Betrachtung als heller Kreis erscheinenden kugeligen Zellkern. Das Protoplasma der Sporen und Asci ist bei den meisten in Rede stehenden Arten stets farblos. Bei einzelnen Species, z. B. Phyllactinia guttata ist es bekanntlich gelb oder orange gefärbt.

Die Zahl der Sporen in einem Ascus wechselt nach den Arten. Von den der obigen Beschreibung speciell zum Grunde gelegten hat z. B. E. lamprocarpa in der Regel 2, sehr selten 3, E. communis, Umbelliferarum, holosericea meist 3 oder 4 in einem Schlauche. Ausnahmen von der Regel finden sich allerdings bei genauen Zahlenaufnahmen oft. Ich zählte, um nur ein Beispiel zu nennen, in einem Perithecium der E. Umbelliferarum von Angelica silvestris 8 Asci, von denen einer 2, einer 3, einer 5, die übrigen 5 je 4 Sporen führten. Doch herrscht bei jeder Species, soweit die Erfahrung reicht, eine Zahl immer derart vor, dass die durchschnittliche Sporenzahl zur Speciesunterscheidung füglich mitbenutzt werden kann.

Es erübrigt noch am Schlusse der entwickelungsgeschichtlichen Beschreibung das Nöthige anzugeben über die Methode der Untersuchung deren Resultate mitgetheilt wurden. Die Perithecien von Erysiphe entwickeln sich an der Luft; sie sind daher auch in den jugendlichsten Stadien gleich denen von Eurotium in ihrem Normalzustande undurchsichtig, und müssen für die Untersuchung der Vorgänge in ihrem Innern durch Entfernung der anhängenden Luft und Eintauchung in Flüssigkeit durchsichtig gemacht werden. Es wird dieser Zweck erreicht auf dieselbe Weise wie bei Eurotium, nämlich durch Eintauchung in Wasser nach kurzer Einwirkung von Alkohol, oder ohne letztere einfach durch vorsichtiges Bepinseln mit Wasser. Dabei ist zu beachten, dass das Präparat die Anordnung der einzelnen Theile im Leben möglichst unverändert beibehalte, die abgezogenen den Pilz tragenden Epidermisstücke also, oder das von der

Epidermis abgenommene Myceliumnetz möglichst in der ursprünglichen Form auszubreiten und die sehr leicht eintretende Verwirrung oder Zusammenrollung der Myceliumfäden sorgfältig zu vermeiden. Es ist nach dem Gesagten selbstverständlich, dass die Entwickelungsgeschichte nicht an dem einzelnen Exemplar, sondern nur durch Vergleichung einer Mehrzahl, die successiven Stadien repräsentirender Exemplare studirt werden kann.

Bei den jüngeren Entwickelungszuständen, etwa bis zur ersten Anlegung der Innenwand, lassen sich die Details des Baues überall vollständig durchblicken, wenn das Exemplar frisch in Wasser getaucht ist; erst nach längerem, mehrstündigem Liegen darin tritt mindere Durchsichtigkeit ein. Bei weiter vorgeschrittener Ausbildung der Innenwand ist letztere durch die dichtkörnige Beschaffenheit des Protoplasma bedeutend vermindert und es nimmt die Undurchsichtigkeit mit der Entwickelung des Peritheciums, auch schon vor Bräunung der Wand, stetig zu. Diesem Uebelstande wird in allen Stadien mit noch farbloser Wand abgeholfen durch Zusatz von verdünnter (weniger als 10procentiger) Kalilösung oder am besten Ammoniakflüssigkeit. Die geeignetste Concentration dieser muss für die einzelnen Fälle ausprobirt werden. Für Podosphaera ist es nicht schwer, nach der bisher angegebenen Methode die ganze Entwickelungsgeschichte zu beobachten. Bei den Arten mit gekrümmtem, viele Asci bildendem Ascogon ist die Sache schwieriger. Wenn bei diesen das Ascogon verzweigt und mit seinen Zweigen zwischen die Elemente der Innenwand eingeschoben ist, kann man gerade an Exemplaren, welche durch die genannten Reagentien durchscheinend gemacht sind, die Grenzen von Innenwand und Ascogon, die Zugehörigkeit irgend einer Zelle zu dem einen oder dem andern der genannten Formbestandtheile an dem sonst unversehrten Exemplar nicht deutlich erkennen; denn die Beschaffenheit des Protoplasmas durch welche beide unterschieden sind, wird eben durch die genannten Reagentien verwischt. Um beiderlei Bestandtheile genauer kennen zu lernen ist es daher nothwendig dieselben zu isoliren und dieses kann sauber geschehen, wenn man das mit Ammoniak behandelte Perithecium durch schnellen vorsichtigen Druck sprengt. Das Ascogon und seine Entwickelungsproducte gleiten alsdann aus dem zersprengten Behälter ins Freie, und zwar bei gehöriger Vorsicht in grossentheils unverletztem Zustande, wenn auch allerdings keine volle Sicherheit dafür vorliegt, dass nicht einzelne Zellen in der Innenwand stecken bleiben. (vgl. IX, 19, X, 11—14).

Bevor das Ascogon verzweigt ist gelang mir eine Isolirung auf diesem Wege leider nicht. Die Membranen sind zu dieser Zeit so zart und fest mit einander ver-

bunden, dass sie bei noch so vorsichtigem Zerdrücken immer alle in ihrer Verbindung bleibend zersprengt wurden.

Reife, oder solche Perithecien bei denen die beginnende Reifung durch beginnende Bräunung der Wand angezeigt wird, müssen selbstverständlich geöffnet werden, wenn das Innere zur genauen Untersuchung kommen soll. Sprengung durch Druck genügt hier für die Entscheidung der meisten in Betracht kommenden Fragen. Dünne Durchschnitte lassen sich auch nicht schwer erhalten wenn das Material in Gummi oder Stearin eingeschlossen wird. Die Zahl und Lagerung der Asci lässt sich häufig schon an intacten, einfach in Wasser, oder Glycerin, oder Kalilösung eingetauchten Exemplaren erkennen.

Was schliesslich die Entwickelung des Erysiphe-Myceliums aus den beiderlei Sporen, den ascogenen und den Conidien betrifft, so ist erstlich allbekannt und kinderleicht zu beobachten, dass letztere auf feuchtem Substrat nach Art der meisten Pilzsporen, von einem oder mehreren Punkten ihrer Oberfläche aus, Keimschläuche treiben; und die Untersuchung fast jedes nicht überalten Erysiphe-Exemplars liefert Belege in Menge dafür, dass diese Keimschläuche, auf der Epidermisfläche der geeigneten Nährpflanze, continuirlich zu neuen fruchtbaren Myceliumfäden heranwachsen. Beispiele hierfür sind seit lange durch *Fresenius*, *v. Mohl* u. A. bekannt und zumal bei *Tulasne* vielfach abgebildet. Bei der Leichtigkeit, solche Keimungen und ihre unmittelbaren Entwickelungsproducte im Freien jederzeit vorzufinden, hat man absichtliche Aussaaten wenig oder nicht gemacht. Nach denen, welche ich selbst untersucht habe, treibt die Conidie zunächst an ihrem e i n e n Ende e i n e n Keimschlauch. Dieser wächst auf die einfache bis etwa doppelte Länge der Conidie heran und bildet dann, auf der geeigneten Epidermis, dicht hinter seiner Spitze ein Haustorium von dem für die Species characteristischen Bau (X, 1, 2, XII, 1, 2, 9), Erst nachdem dieses entwickelt ist, wächst er über dem Haustorium weiter und werden auch von anderen Punkten der Conidie Keimschläuche oder Myceliumzweige (X, 3, XII, 3, 4), manchmal selbst gleich ein aufrechter Conidienträger getrieben. Findet der erste Keimschlauch die geeignete Epidermis nicht, so stirbt er sammt der Conidie bald ab. Bei den Arten mit lappigen Haustorien treibt das Keimschlauchende diese letzteren bevor das Haustorium in die Epidermis entsendet wird, und bei Cultur auf Glasplatten erhält es gleichfalls unregelmässig lappige Anschwellungen (X, 9). Ich habe diese Vorgänge beobachtet bei Aussaaten von E. Umbelliferarum auf Anthriscus silvestris u. Cal. Mougeotii auf Lycium; dass sie bei al-

len Formen in gleicher Weise eintreten ist nach der bei allen überstimmenden Structur des fertigen Myceliums kaum zweifelhaft.

Die Perithecien zeigen, soweit bekannt, bei den meisten Arten keine spontane Dehiscenz, die Asci keine spontane Entleerung. Nur von Sphaerotheca pannosa wird angegeben, dass die reifen Perithecien am Scheitel aufreissen und den Ascus, welcher aber geschlossen bleibt, austreten lassen. Nach diesen, allerdings der Vervollständigung wohl sehr bedürfenden Daten müssen die ascogenen Sporen frei werden durch Verwitterung oder gewaltsame Zerstörung entweder des Ascus allein oder dieses sammt den ihn umschliessenden Wänden. Von der Keimung der frei gewordenen Sporen ist das bekannt, dass sie *Tulasne*, nach Ueberwinterung im Freien, Keimschläuche von ziemlicher Länge treiben sah. *Tulasne's* Beobachtungen beziehen sich auf E. guttata, tortilis und Sph. pannosa.

Was aus diesen Keimschläuchen ferner wird ist nicht untersucht, ferneren Untersuchungen aber dringend zu empfehlen, nicht weil es zweifelhaft wäre, dass ihr Entwickelungsproduct schliesslich wieder ein epepidermidales, Conidien und Perithecien tragendes Mycelium sein wird, wohl aber weil es keineswegs ausgemacht ist, dass ein solches direct, ohne Zwischenglied aus der Ascospore hervorgeht. Wenn ich von Zwischenglied rede, so meine ich damit nicht irgend eine Penicillium-Mucor- oder Hefeform, oder irgend eine andere sporenbildende, sondern eine endophyte Myceliumform, auf deren Vorkommen mancherlei oben erörterte Wahrscheinlichkeitsgründe hindeuten.

Anhang.

Systematische Uebersicht der untersuchten Erysipheen.

Bei der Bestimmung der für die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung verwendeten Erysipheen-Formen stiess ich auf mancherlei Schwierigkeiten; hie und da auf Artunterschiede, die ich nirgends erwähnt fand, anderemale auf das Gegentheil, angebliche Differenzen die ich nicht wiederfinden konnte. Ich versuchte daher, an der Hand der zu Gebote stehenden Litteratur, besonders der Arbeiten *Tulasne's*, und auf Grund der eigenen Untersuchung die untersuchten Materialien systematisch zu ordnen und glaube diesen Versuch hier anhangsweise veröffentlichen zu sollen, demselben auch einzelne Detailangaben und Bemerkungen, welche in den obigen Darstellungen weggelassen werden mussten, einfügen zu dürfen.

Der Versuch behandelt allerdings nur die oben bezeichneten Formen und Arten, und lässt andere, auch manche einheimische, unberührt. Er erstreckt sich aber wenigstens auf Repräsentanten aller bekannten einheimischen Haupt-Typen des alten Genus Erysiphe (die *Léveillé*'schen Gattungen) und kann daher eventuell als Rahmen benutzt werden in welchen auch die unberührt gebliebenen Formen sich leicht einfügen lassen.

Die alte Gattung Erysiphe ist, nach dem ursprünglichen Vorgange *Kunze's* und *v. Schlechtendals* von *Léveillé* in eine Mehrzahl von Gattungen zertheilt worden, auf Grund der Zahl der Asci und der Gestalt der Appendices am Perithecium. *Tulasne* hat diese Genera wiederum in das eine alte zusammengezogen und will die *Léveillé*'schen Gattungen nur als Sectionen dieses betrachtet wissen. Für die Mehrzahl derselben stimme ich mit dieser Anschauung überein und vereinige die sämmtlichen Genera mit mehreren Ascis und campylotropen Carpogonien in eine Gattung Erysiphe, da sich die meisten in der That durch weiter nichts von einander unterscheiden, als die Gestalt und Richtung der Haare (= appendiculae) auf dem Perithecium. Höchstens dürfte vielleicht Phyllactinia mit der Zeit als Gattung zu rehabilitiren sein.

Auf der anderen Seite scheinen mir aber die entwicklungsgeschichtlichen Eigenthümlichkeiten der *Léveillé*'schen Sphaerotheken und Podosphaeren, welche in dem Merkmal des Ascus unicus ihren kurzen Ausdruck finden, die generische Trennung dieser Formen von den übrigen Erysiphen zu fordern. Ich fasse sie daher in eine besondere Gattung zusammen für die der älteste einzelne ihrer Angehörigen bezeichnende Name zu wählen war und welche in zwei Sectionen zerfällt, die den Sectionen Rhizocladia und Caloclodia von Erysiphe entsprechen.

Was die gegebene Speciesunterscheidung in den Sectionen Sphaerotheca in Rhizocladia betrifft, so macht dieselbe nicht auf mehr als auf eine provisorische und vielleicht ephemere Bedeutung Anspruch. Um mehr als ein Nothbehelf zu sein, müsste sie sich auf ein weit ausgedehnteres Untersuchungsmaterial als das verarbeitete gründen und mehr Rücksicht nehmen auf die Conidien, von denen allerdings für die Unterscheidung der meisten Arten wenig zu erwarten ist — und auf die nächsten Entwickelungsproducte der reifen Ascosporen.

Die Gruppe der Erysipheen wie sie hier aufgefasst ist noch einmal zu beschreiben, wäre nach den vorstehenden Beschreibungen überflüssig, und die Characterisirung der Genera, Sectionen und Arten ist, ebenfalls im Hinblick auf jene Darstellungen, so kurz als möglich gefasst worden.

Erysiphei.

Genus I. Podosphaera (*Kunze*).

Carpogonia orthotropa. Ascus in quoque perithecio unicus (rarissime, lusu, 2) octosporus. (Haustoria omnium specierum exappendiculata).

Sect. I. Sphaerotheca Lév. l. c. p. 30.

Appendiculae simplices aut parce irregulariter ramosae.

1. P. pannosa (Lk.) *Tulasne* Carpol. I. p. 208. Mycelium densissimum, epidermidi incumbens et ramos adscendentes steriles praeter conidiferos gerens. Appendices omnes e perithecii basi egredientes (i. e. basales), mycelio intertextae, omnino achroae vel basi tantum fuscae.
Hab. in Rosarum et Persicarum partibus herbaceis. Perithecia legi in Rosae cinnamomeae foliis.

2. P. Castagnei (Lév.) Mycelium epidermidi incumbens. Appendices fuscae, paucae erectae, pleraeque basales et mycelio intertextae.
Legi in foliis Melampyri silvatici, Taraxaci officinalis, Bidentis cernui, Impatientis nolitangere. In compluribus aliis plantis eadem ut videtur species a Leveilleo, Tulasneo, caeterisque indicatur.

3. P. Epilobii Lk. Sp. pl. 1, 102. Mycelium densissimum, ramis erectis conidiferis et sterilibus onustum. Perithecia dense congregata, appendicibus fuscis simplicibus setformibus radiatim patentibus undique horrida.
Legi in Epilobio roseo Retz.

Sect. II. Podophaera *Kunze*. Lév. l. c.

Appendiculae apice eleganter repetite dichotomae. Caetera Sphaerothecae.

4. P. tridactyla (Wallr.) *Tulasne* l. c. Appendicibus paucis (3—7) e summo perithecio erectis, parallelis.
In foliis Prunii spinosae.

5. P. myrtillina *Kunze*. Appendicibus pluribus (6—10) in perithecii parte superiore sparsis, radiatim divergentibus aut arcuatim reflexis.
In Vaccinii Myrtilli foliis.

6. P. Oxyacanthae DC. Lév. l. c. *Tulasne* l. c. p. 202.

Genus II. Erysiphe.

Carpogonium campylotropum. Asci in quoque perithecio 4 aut plures.

Sect. I. Rhizocladia. (Erysiphe Lév. l. c.)

Appendiculae perithecii omnes v. pleraeque basales, rhizoideae, mycelio intertextae, simplices v. irregulariter ramosae; nonnullae (basilaribus caeterum conformes) in superficie perithecii superiore nonnunquam sparsae.

1. E. lamprocarpa.

E. lamprocarpa Lév. l. c.
E. Montagnei Lév. l. c.
E. horridula Lév. l. c.? E. biocellaris Ehrbg. N. Act. Leop. Car. X.

Haustoria exappendiculata v. appendiculata, non lobulata. Appendiculae numerosae, crassae, crispatae perithecium maturum tomento fusco cingentes (quare nomen lamprocarpa minime aptum). Asci plerumque 8—12 (etiam 4—6 et 15—18), bi- rarius trispori.

Legi in Scorzonera hispanica, Soncho aspero, Plantagine majori et maritima (= E. lamprocarpa Lév.); in Lappa tomentosa (= E. Montagnei Lév.); in Mentha aquatica et Lycopode europaeo; in Cynoglosso officinali et Symphyto officinali (= E. horridula Lev.?)

Einen scharfen Unterschied zwischen allen diesen Formen kann ich nicht finden. Die auf Mentha und Lycopus ist noch am meisten ausgezeichnet von den übrigen, und zwar durch durchschnittlich kleinere Perithecien und Asci, fast immer ganz anhangslose Haustorien, und das von *Ehrenberg* hervorgehobene Merkmal — welches ich aber nicht constant fand — dass jede Spore 2 grosse excentrische runde Oeltropfen enthält.

Zwischen den Formen auf Compositen, inclusive Lappa, besteht keine Differenz, die von Plantago und Borragineen konnte ich von ihnen auch nicht unterscheiden. Für seine E. horridula gibt *Léveillé* 20—24 Asci an, ich fand an den von mir untersuchten Formen zwar keine so hohe Ziffer, aber doch 15—18, so dass ich an dem Vorkommen von auch 20—24 nicht zweifle. Dagegen fand ich immer, auch bei den untersuchten Herbar-Exemplaren (*Rabenhorst* Herb. mycolog. Ed. II, No. 669; *Fuckel*, fungi Rhen. No. 688) der Symphytum-Erysiphe 2 oder selten 3 Sporen in einem Ascus, nicht 3—4 wie *Léveillé* für seine E. horridula angibt, muss daher dahingestellt sein lassen ob *L.* nicht etwa eine andere Form vor Augen hatte.

2. E. Galeopsidis DC. Fl. Franc. 6, p. 108. Haustoria lobulata. Asci numerosi (10—21.) Thecasporae ignotae. Caetera prioris.

Crescit in Labiatis Stachydeis: Galeopside Tetrahit, Stachyde silvatica, Lamio purpureo.

Diese Form unterscheidet sich von der vorigen durch die gelappten Haustorien-Anhängsel, sie ist sonst der auf Plantago und Borragineen wachsenden lamprocarpa sehr ähnlich. Eine Haupteigenthümlichkeit, wegen deren ich sie, zur Zeit wenigstens, von allen anderen ähnlichen Formen trennen muss, ist die, dass sie nicht wie letztere noch auf dem lebenden Pflanzentheil Sporen in ihren Ascis bildet, sondern hier immer ohne Sporen vorkommt. Ich konnte von letzteren bis jetzt keine Spur finden, weder an sehr zahlreichen darauf untersuchten lebenden Exemplaren von Galeopsis und Stachys, noch an Herbariummaterial auf Galeopsis und Lamium (*Fuckel*, fung. rhenan. No. 654 u. 656). Selbst auf den mit anscheinend reifen Perithecien bedeckten, schon abgefallenen und am Boden liegenden Blattern von Galeopsis war im Herbste noch keine Spore in den Ascis zu finden. Es ist hiernach wahrscheinlich, dass die Sporenbildung erst spät, längere Zeit nach dem Absterben des von dem Pilz befallenen Pflanzentheils eintritt.

3. E. communis.

E. communis et Martii Lév. saltem pro maxima parte.

Haustoria lobulata. Appendiculae pleraeque v. omnes basales, fuscae v. basi tantum fuscescentes pachydermae; Asci plerumque 6—8 (rarissime, in forma Knautiam habitante 2—3, haud raro 4—5). Sporae in quoque asco 3—4. Conidia ellipsoidea.

Formas nomine E. communis hic jungendas postae fortasse in plures species dissociandas legi in Trifolio medio, Meliloto officinali, Ononide spinosa, Lathyro pratensi.

Knautia arvensi, Convolvulo arvensi, Polygono aviculari, Hyperico perforato [1]).

Ranunculo repente, acri, Aquilegia vulgari.

4. E. Umbelliferarum.

E. Martii Lév. forma E. Lév. l. c.

Haustoria lobulata. Appendiculae crebrae, ramosae achroae v. basi fuscae, omnes basales et mycelio intertextae; Asci in quoque perithecio 4—8 (plerumque 6), sporas binas ad quinas, plerumque ternas ad quaternas foventes. Conidia exacte cylindrica.

Legi iu Angelica silvestri, Chaerophyllo hirsuto, Anthrisco silvestri, Pastinaca sativa, Falcaria Rivini et Heracleo Sphondylio.

Aus der mitgetheilten Diagnose geht hervor, dass diese Art von E. communis durch die Perithecien kaum verschieden ist. Dagegen ist sie ausgezeichnet durch die Form der Conidien, welche genau walzenförmig, an beiden Enden flach, und mindestens (doch nicht immer) sehr langgestreckt sind. Bei den vorher genannten Arten allen haben die Conidien die (im Profil elliptische) Gestalt einer schmalen an den Enden abgerundeten Tonne.

5. ? E. Tuckeri *(Berk.)* cfr. *v. Mohl*, *Tulasne* l. l. c. c.

Was ich über diesen, den bekannten Pilz der Weinrebenepidemie den Angaben früherer Autoren zuzufügen habe, wurde oben mitzutheilt. Da seine Perithecien unbekannt sind, ist seine Stellung zweifelhaft, seinen Conidien und Vegetationsorganen nach kann er sich hier, ebensogut aber auch der Section Uncinula, Calocladia anreihen. Die Fragen nach der Herkunft und dem Specieswerthe der E. Tuckeri sind durch die unten mitzutheilenden Untersuchungen über Cicinnobolus wie ich glaube einer befriedigenden Lösung wieder ferner gerückt, als sie eine Zeit lang zu sein schienen. So lange die Ansicht bestand, die Pycniden von Cicinnobolus seien Organe der Erysiphen selbst, vermuthete man mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit auf Grund der Beobachtung von Pycniden in wärmeren und ihrer Nichtauffindung in kühleren weinbauenden Ländern, E. Tuckeri sei ein aus wärmeren Gegenden bei uns eingewanderter Parasit, der im kühleren Europa nur Conidien bilde, und in dem wärmeren wenigstens zu demjenigen vollkommenern Entwickelungszustand fortschreite, welcher durch die Pycnidenbildung bezeichnet wird [2]). Nun wir den Cicinnobolus als allverbreiteten

---

[1]) Hypericum perforatum duas Erysiphas alere videtur. Nam forma hypericicola quam *Tulasne* (Carpol. I, 214) Erys. communis nomine describit et *Fuckel.* in fungis suis Rhenanis sub No. 671 distribuit a mea sporarum numero majori (4—6) et appendicibus multo firmioribus et fere achrois differt. Appendiculae formae meae ad E. communem supra ductae conspicue ramosae et fuscae sunt.

[2]) *v. Mohl*, Bot. Zeitg. 1860, p. 173.

Parasiten der Erysiphen kennen, wird der Grund für seine Nichtauffindung auf E. Tuckeri in dem kühleren Europa lediglich in Zufälligkeiten, wahrscheinlich wohl in der geringeren Verbreitung der E. Tuckeri selbst zu suchen sein. Die Schlüsse die man auf seine Zugehörigkeit zu letzterer gegründet hat, fallen selbstverständlich weg. E. Tuckeri ist ein Parasit, der auf der Rebe in Europa, soweit die Kenntnisse reichen, nur Conidien bildet. Dass er auch Perithecien irgendwo bildet kann wohl im Hinblick auf die anderen Erysiphe-Arten für feststehend gelten, zumal da auch von solchen Arten, deren Perithecien man kennt, ein Ausbleiben dieser nicht selten beobachtet wird. Für das Ausbleiben der Perithecien lassen sich zweierlei Ursachen denken. Erstlich, um kurz zu reden, klimatische. Es ist wohl nicht anzunehmen, dass diese für unseren Fall die massgebenden sind, weil E. Tuckeri ja in allen Klimaten weinbauender Länder das hier in Betracht kommende Verhalten gleichmässig zeigt. Es bleibt dann nur die zweite Ursache, dass nämlich die Rebe nicht der für die Peritheciumbildung geeignete Nährboden ist. Die Perithecien sind daher auf einem anderen Wirthe zu suchen und zwar entweder auf einer aussereuropäischen oder einer einheimischen Pflanze. In ersterem Falle würde dann wahrscheinlich E. Tuckeri eine nicht europäische Species sein, welche bei uns eingeschleppt wurde und sich auf der Rebe angesiedelt hat als auf einem ihre Vegetation und Conidienbildung ermöglichenden Nährboden. In dem anderen Falle müsste E. Tuckeri mit irgend einer wahrscheinlich bekannten Species identisch und bei uns von dem anderen Wirthe auf die Rebe übergesiedelt sein. E. Tuckeri ist vor etwa 12 Jahren in Europa fast plötzlich auf der Rebe erschienen, hat sich von einem Verbreitungsherde aus rasch über fast alle europäischen Weinlande verbreitet, gewaltig überhand und fast noch schneller wieder abgenommen. Diese Thatsache spricht entschieden für ihre Einwanderung. Fur ihre Uebersiedelung von einer einheimischen Pflanze auf die Rebe müsste angenommen werden, dass letztere plötzlich ein für den Pilz geeigneter Nährboden geworden wäre, nachdem sie Jahrhunderte lang ein solcher nicht war; sei es in Folge irgend einer Veränderung der Rebe selbst, sei es durch eine seitens des Pilzes geschehene Anpassung au ein neues Substrat. Ueber derartige Alternativen weiter zu grübeln hat keinen Zweck einem Objecte gegenüber, welches der experimentellen Behandlung zugänglich ist, und nur um zu letzterer anzuregen möge die obige Auseinandersetzung hier eingeschaltet sein.

Sect. II. Trichocladia.

Appendiculae e zona aequatoriali perithecii egredientes in pilos evolutae e basi arcuata erectos simplices v. inferne nonnunquam ramum emittentes, perithecium longe superantes atque coma ornantes.

6. E. tortilis Fr. Lév. l. c. Conf. *Tulasne*, Carpol. I, p. 213.

Hab. in Corno sanguinea.

7. E. Astragali DC. Fl. Fr.

Calocladia holosericea (Wallr.) Lév. l. c. Cfr. *Tulasne*, l. c. p. 206, Tab. V.

Hab. in Astragalo glycyphyllo.

Sect. III. Calocladia Lév.

Appendiculae perithecii e zona aequatoriali aut tota parte supraaequatoriali parietis egredientes, erectae v. radiatim divergentes, apice regulariter repetite dichotomae, non uncinatae.

8. E. Berberidis DC. Fl. Fr. (Calocladia Berb. Lév. l. c.) Cfr. *Tulasne*, Carpol. I, p. 204 Tab. V. Haustoria lobulata.

In Berberidis vulgaris foliis.

9. E. Grossulariae (Lév. l. c.) Haustoria exappendiculata.
Ad folia Ribis Grossulariae.

10. E. Mougeotii Lév. l. c. (sub Calocladia).

Mycelium totum hospiti incumbens, haustoria plerumque appendiculata, numquam lobulata. Rami coniferi numerosi; conidia breviter cylindrico-oblonga. Perithecii appendiculae in tota parietis parte superiore dense stipatae (ex unaquaque fere parietis cellula oritur appendicula) radiatim divergentes, ramis intricatae, perithecium comae instar densae, squarosae circumdantes; singulae achroae membrana tenui munitae, perithecii diametrum duplo superantes, e medio quater laxe dichotomae rarius trichotomae, ramis late divergentibus apicem versus sensim deminutis apicibus obtusis. Asci in perithecio 12—16, parvi bispori.

Hab. in Lycii barbari nec non in hortensis Lycii ruthenici foliis. Perithecia matura ineunte Octobri legi.

Diese Species findet sich, wie schon *Léveillé* hervorhebt, auf Lycium sehr häufig, aber fast immer ohne Perithecien. Sie ist übrigens auch ohne diese an ihrem starken Mycelium, den Haustorien und den kurz cylindrischen Conidien zu erkennen. Reichlich Perithecien tragend fand ich sie nur einmal, auf Lycium barbarum, am Ufer des Mansfelder salzigen Sees. Die Perithecien sind für das blosse Auge denen der E. comata (Evonymi) noch am ähnlichsten, von denen aller anderen einheimischen Arten aber verschieden durch den von der ganzen oberen Wandhälfte entspringenden und durch die Divergenz seiner Aeste fast die ganze Wand einhüllenden dichten relativ kurzen farblosen Haarschopf. *Léveillé's* Abbildung (l. c. Fig. 24) von diesem ist ganz ungenügend.

Sect. IV. Uncinula Lév. l. c.

Perithecii appendiculae simplices v. bifurcatae apicibus circinatis. Caetera prioris sectionis. (Haustoria specierum hic enumeratarum lobulata).

11. E. Populi DC. Fl. Fr. (Uncinula adunca forma C. Lév. l. c.) Cfr. *Tulasnei* (Carp. I, 198) illustrationem simillimae E. Salicis DC.
In Populi fastigiatae foliis.

12. E. Prunastri DC. l. c. (Unc. Wallrothii Lév. l. c.) *Tulasne* l. c. p. 199.
In foliis Pruni spinosae.

Von E. Populi (und Salicis) unterscheidet sich diese Art ganz besonders dadurch, dass die Perithecienwand, ausser dem aequatorialen Kranze langer, derber, fadenförmiger Appendiculae, auf dem Scheitel zahlreiche zarte einzellige Haare trägt, welche viel kürzer als der Durchmesser des Peritheciums, keulenförmig und einwärts gekrümmt sind. Sie treten am deutlichsten an jungen, noch durchscheinenden Exemplaren hervor, mit der Reife vertrocknen und schrumpfen sie. Bei E. Populi und (nach *Tulasne's* Abbildung) Salicis ist die Perithecienwand über dem Aequatorialkranze glatt und kahl.

13. E. Aceris DC. l. c. (Uncinula bicornis Lév. l. c.) *Tulasne* l. c. p. 197.
Legi in foliis Aceris campestris.

Sect. V. Phyllactinia Lév. Cfr. *Tulasne*, Carpol. I, p. 194.

14. E. guttata Lk. Specimina Corylum Avellanam et Carpinum Betulum habitantia examinavi.

III. Cicinnobolus.

Tafel XI, XII.

Die in dem vorigen Abschnitt beschriebenen Organe, Conidien, Ascogon und Pollinodium und das Perithecium mit seinen Ascis und Sporen sind die Reproductionsorgane, welche für die Erysiphen dermalen bekannt sind, und wie zuversichtlich hinzugefügt werden kann, die einzigen ihnen zukommenden Reproductionsorgane.

Dieser Satz steht in Widerspruch mit anderen zur Zeit herrschenden Ansichten. *Berkeley* sagt[1]), dass nach Untersuchungen des *Dr. Plomley* fünf Arten von Fortpflanzungsorgane bei Erysiphe vorkommen, nämlich erstens unsere Conidien; zweitens die Asci in den „Sporangien", d. h. unseren Perithecien; drittens grössere Stylosporen in anderen „Sporangien"; viertens kleinere Stylosporen in den Pycniden; und endlich fünftens besondere kleine Sporen, welche zuweilen in den Gliedern der Conidienketten[2]) gebildet werden. Ascogon und Pollinodium hierzu gerechnet würden sogar die Zahl der Fortpflanzungsorgane auf 6 resp. 7 erhöhen. Die in dieser Liste aufgezählte dritte Form ist aus der kurzen Beschreibung nicht recht verstandlich und die fünfte ist mit der als vierte aufgezählten identisch[3]). Diese letztere aber, die Pycniden, welche kleine Stylosporen erzeugen, werden allgemein unter den typischen Reproductionsorganen von Erysiphe aufgezählt seit *Tulasne* sie beschrieben und die allgemeine Aufmerksamkeit auf sie gelenkt hat[4]), nachdem sie allerdings schon von Anderen gesehen worden waren.

Tulasne resumirt die verschiedenen zerstreuten Beschreibungen, welche er von diesen Organen gegeben hat in seiner Carpologie (I, p. 192) folgendermassen. Die

---

1) Introduction to Crypt. Bot. p. 78 (c. ic.)

2) Etwas anderes kann mit den Worten „joints of the necklaces" wohl nicht gemeint sein (Crypt. Bot. p. 58).

3) *Tulasne*, Ann. sc. nat. 4e. Sér. T. VI, p. 183. Vgl. auch *Gardeners* Chronicle, 1851, 582 und 1853, 564.

4) *Tulasne*, Bot. Zeitung 1853 p. 257. Ann. sc. nat. vol. cit. p. 308. Sel. fungor carpol. Tom. I. Comptes rendus Tom. 37. 17. October 1853.

Pycniden sind entweder wie aus veränderten, dicker gewordenen und dunkel gefärbten Conidien entstanden und gleich letzteren gestielt und reihenweise übereinandergestellt; oder ungestielt (länglich oder kugelig), oft auch der Gestalt, Grösse und den Appendices nach, den Perithecien gleichend. Die Stylosporen sitzend, wie es scheint, eiförmig länglich, sehr klein und zahlreich, blass, farblosem Schleim eingebettet und zuletzt zu Ranken vereinigt austretend (in cirrhos tandem eructatae). Die Abbildungen zeigen, dem entsprechend, theils Behälter, welche den Perithecien der jeweiligen Species gleich oder ähnlich und von den kleinen „Stylosporen" erfüllt sind, resp. diese in rankenförmige Conglomerate vereinigt austreten lassen; theils kleinere längliche Körper, mit brauner klein- und vielzelliger Wand, dieselben Stylosporen enthaltend oder entleerend, und angeschwollenen Conidien ähnlich einem Conidienträger aufsitzend, oft eine Reihe collabirter Conidien auf ihrem Scheitel tragend, oft mit typischen Conidienträgern von demselben Myceliumfaden entspringend. Zwischenformen zwischen letzteren und den perithecienähnlichen werden ebenfalls dargestellt und in den früheren Mittheilungen beschrieben. Der Ansicht *Tulasne's* trat *Berkeley* (l. c.) bei, mit den oben erwähnten Modificationen. Ihre Hauptunterstützung fand sie aber in den Angaben, welche *H. v. Mohl* bei Gelegenheit seiner Untersuchung über die Traubenkrankheit veröffentlichte[1]). *v. Mohl* beschreibt zunächst (für Podosphaera Castagnei) die Entwickelung der Pycniden auf den Conidienträgern. Eine (oder auch ein Paar) der cylindrischen Zellen schwillt bedeutend an und verwandelt sich, indem sich auf der innern Seite der Zellwandung eine Schichte kleiner gelblich gefärbter Zellchen bildet, in einem zelligen Schlauch dessen Höhlung dicht mit kleinen eiförmigen Sporen (den Stylosporen *Tulasne's*) gefüllt ist und auf dessen Spitze der unveränderte Theil des Fadens als ein längerer gegliederter weisser Anhang steht. Die Form der Pycniden ist keine ganz fest bestimmte, und namentlich ist, wenn zwei Zellen an ihrer Bildung Theil nahmen, die relative Grösse derselben sehr wechselnd. Bei der Reife reisst die Frucht an der Spitze unregelmässig ein und es drängt sich die mit einem gummiartigen Schleime gemengte Sporenmasse in Form eines Cirrhus hervor. Nach Bemerkungen über die Perithecien fährt *v. Mohl* fort: Zwischen diesen beiden auf den ersten Blick so strenge geschiedenen und in jeder Beziehung von einander abweichenden Fruchtformen kommen nun, wenn gleich in geringer Menge, Mittelformen vor. Diese be-

---

[1]) Bot. Zeitung 1854, p. 142. Ich ersetze bei der Anführung seiner Worte der Kürze halber einzelne Termini durch die für die gleichen Dinge in gegenwärtiger Arbeit überall gebrauchten.

sitzen eine regelmässige kugelförmige Gestalt und zum Theil auch die Grösse der Perithecien, und sind zum Theil, doch nicht immer auch mit ähnlichen Haaren bewachsen, auch fehlt auf ihrem Scheitel der gegliederte fadenförmige Anhang. Auf der anderen Seite dagegen besitzen sie die gelbbräunliche Farbe, die dünne kleinzellige Membran der Pycniden und enthalten dieselben kleinen mit Gummi gemengten Sporen, die ebenfalls unter der Form eines Cirrhus hervortreten. Das Vorkommen dieser Mittelformen hebt *v. Mohl* deswegen als besonders wichtig hervor, weil sie wohl am besten den leicht aufkommenden Verdacht entfernen, dass die Perithecien nicht demselben Mycelium angehören, von welchem die Pycniden entspringen, sondern parasitisch auf demselben angesiedelt seien; einen Verdacht den er selbst wiederholt hegte, bis er sich vom Gegentheil überzeugt hatte.

Tulasne und *v. Mohl* fanden die Pycniden häufig und bei einer ganzen Reihe von Erysiphe-Arten, welche weiter unten aufgezählt werden sollen.

Wenn man mit den Beschreibungen beider Autoren die Abbildungen, welche sie geben, vergleicht, so kann an der Richtigkeit der meisten Angaben und besonders daran kein Zweifel sein, dass Pycniden, Conidien und Perithecien von einem und demselben Mycelium getragen werden. Es ist daher auch seit Veröffentlichung der erwähnten Arbeiten wohl von keinem competenten Botaniker die Ansicht bestritten worden, nach welcher alle dreierlei Organe einem Pilz angehören.

Die vorhandenen Arbeiten geben aber auf die eine Frage, wie sich die Pycniden entwickeln, nur sehr unvollständige Antwort. *Tulasne* berührt sie kaum, er sagt nur dass es ihm scheine, als würden die Stylosporen von dünnen Trägern abgeschnürt, er habe aber keine Gewissheit darüber erlangen können. *v. Mohl* sagt in dem angeführten Passus, dass sich die Pycnide aus einer oder ein Paar übereinander stehenden Zellen des Conidienträgers entwickele, ohne den Modus der Entwickelung der einzelnen Theile der Pycnide näher anzugeben. An einer späteren Stelle derselben Arbeit sagt er dann über die Entwickelung der Pycniden bei Erysiphe Tuckeri: „Zur genauen Ermittelung der Entwickelungsgeschichte reichte die Kraft meines Mikroskopes nicht aus. Zuerst entwickelte sich in der zur Frucht bestimmten Zelle, so lange sie noch eine einfache Membran besass, ein gelbliches feinkörniges Protoplasma, in welchem allmählich die Körner deutlicher wurden, worauf später die Sporen erkennbar waren und zwar früher als die Zellen, welche die Sporangiumhaut bilden, an der noch geschlossenen Frucht sichtbar waren, obgleich dieselben, wie das zersprengte Sporangium nach

dem Austreten der Sporen zeigte, bereits vorhanden waren. Der Bildungsprocess der Sporen und dieser Zellen blieb mir dagegen verborgen.“

Diesen Zweifeln gegenüber schien es mir von Wichtigkeit die Entwickelungsgeschichte von so eigenthümlichen, fast unheimlichen Organen einer neuen Untersuchung zu unterwerfen. Die erste Gelegenheit hierzu bot mir E. Galeopsidis DC. (Gal. Tetrahit) dar. Meine Aufmerksamkeit richtete sich dabei zunächst auf die an den Conidienträgern sich entwickelnden, theils weil diese voraussichtlich der Beobachtung am leichtesten zugänglich sein mussten, theils auch weil mir die specielle Frage, wie ein so complicirter, im Innern Sporen abschnürender Behälter in oder aus einer einzigen Zelle entsteht, besondere Berücksichtigung zu verdienen schien.

Wenn man an einem besagte Pycniden tragenden noch nicht zu alten Erysiphe-Fleck das Mycelium (mit oder ohne die Epidermis, welcher es aufsitzt) abnimmt und vorsichtig unter Wasser ausbreitet, so findet man ohne grosse Mühe eine vollständige Reihe von Formen oder Entwickelungszuständen, deren Endglieder einerseits gewöhnlichen Conidienträgern, mit oder ohne aufsitzende Conidien gleich, andererseits die reifen Pycniden sind. Untersucht man nun mit starker guter Vergrösserung (ich arbeitete mit *Gundlach* Obj. 7 und *Hartnack* Obj. 10) solche Anfangszustände, welche mit reifen einem und demselben Myceliumfaden aufsitzen, so scheinen auf den ersten Blick allerdings der Myceliumfaden und seine als Conidienträger sich erhebenden Aeste vollkommen den Bau gesunder und normaler zu besitzen; genauere Betrachtung zeigt aber, dass in dem Myceliumfaden ein zweiter viel dünnerer Mycelfaden verläuft, welcher auf weite Strecken verfolgt werden kann und sich sowohl in die meisten kriechenden Aeste des Erysiphefadens fortsetzt, als auch in die aufrechten Conidienträger oder ihre erste Anlage eintritt. Es sieht aus als ob dieser Faden ein Parasit im Innern der Erysiphe sei, und er mag als solcher einstweilen bezeichnet werden (XI, 1, 2, XII, 5).

Die Fäden des Parasiten sind, wo dieser mit seinem Wirthe zusammen noch in lebhafter Vegetation steht, durchschnittlich etwa halb so dick als die Mycelfäden der Erysiphe (Durchmesser etwa 2,5 μ), also 3—4 mal dünner als die Conidienträger; dickere kommen übrigens auch vor. Sie verlaufen der Länge nach durch die Myceliumfäden der Erysiphe und zwar in der Regel nur einer in einem der letztern, folgen ziemlich genau dem Laufe dieser, höchstens da und dort allmählich von der einen Seite zur anderen hinübergehend; an den Verzweigungstellen der Erysiphe senden sie meistens auch einen Ast in den Erysiphe-Zweig; im übrigen sind sie, die unten zu

nennenden Ausnahmen abgerechnet der Regel nach unverästelt. Es ist übrigens nicht selten, dass ein Faden des Parasiten an einer Verzweigungstelle der Erysiphe vorbeiläuft ohne einen Ast in den Zweig letzterer zu entsenden (XI, 1a, 2, a, b). Die Parasitenfäden sind sehr zart, ihre Wand durch einfachen Contour angedeutet; sie führen meist sehr durchsichtiges farbloses homogenes Protoplasma. Hie und da erkennt man an ihnen, schon wenn das Präparat in Wasser liegt, einzelne Querwände; in Chlorzinkjod, welches Reagens ihr Protoplasma intensiv braungelb färbt, erscheinen sie durch solche in zahlreiche Gliederzellen getheilt, die etwa 4—8 mal so lang als breit sind.

Die Myceliumfäden der Erysiphe, welche den Parasiten bergen sind in dem in Rede stehenden jugendlichen Stadium anscheinend wenig verändert. Wand und Protoplasma haben völlig das gleiche Aussehen wie an normalen Exemplaren; letzterem ist der Parasit immer eingebettet, meist so, dass er dabei der Innenfläche der Zellwand aufliegt. Die Querwände werden von dem Parasiten durchbohrt, in einer Oeffnung, welche von demselben ohne Einschnürung seiner Oberfläche ausgefüllt wird. Die Einbettung in das Protoplasma des Wirthes, das gleiche Aussehen dieses und des in dem Parasitenfaden enthaltenen, die oft sehr zarten Umrisse der letzteren können Anfangs leicht Zweifel daran aufkommen lassen, ob es sich denn auch wirklich um einen in der Erysiphe wachsenden Myceliumfaden und nicht etwa nur um eine eigenthümliche Structur des Protoplasmas jener handele. Diese Bedenken fallen weg, wenn die Präparate einige Stunden in Wasser gelegen haben, denn alsdann sieht man oft an vielen Stellen die Parasitenfäden durch die Zellwände hindurch in das umgebende Wasser wachsen und die in dieses getretenen Stücke eine erhebliche Länge erreichen, auch wohl einzelne Aeste bilden (XI, 3, a auch 5).

Die verschiedenen Entwickelungszustände, welche sich an den Mycelfäden von der beschriebenen Beschaffenheit leicht zusammenfinden lassen, zeigen nun, dass die Entwickelung der Pycniden an oder aus den Conidienträgern folgender Massen geschieht (XI, 1—8). Von dem in dem Erysiphe-Mycel laufenden Parasitenfaden tritt ein Zweig in den Conidienträger um in diesem gerade wie in den Mycelfäden zunächst eine oder meistens mehrere Zellen der Länge nach zu durchwachsen. Der häufigste, wenn auch nicht ausnahmslos eintretende Fall ist der, dass der Parasitenfaden geraden Wegs, die Querwände durchbohrend, auf der einen Seite des Conidienträgers bis unter den Scheitel der obersten, nicht oder noch nicht als Conidie abgegliederten Zelle dieses hinaufwächst, dann der Scheitelwölbung folgend umbiegt und auf der anderen Seite

wieder eine Strecke weit hinabwächst. Der in den Conidienträger getretene Parasitenfaden treibt, soweit sich schätzen lässt etwa gleichzeitig mit seiner Umbiegung, einen oder einige Zweige, welche gleichen Verlauf mit ihm haben, meist jedoch nicht im Scheitel der Endzelle umbiegen. Gleichzeitig treten auch an dem in dem benachbarten Theile des Myceliumfadens laufenden Stück des Parasiten meist 1 bis einige Zweige auf, drängen sich neben ihrem Hauptstamme her, mit diesem den Innenraum des Erysiphefadens erfüllend, und treten in den Conidienträger ein (XI, 1, 2). In einer oder 2 aneinandergrenzenden Zellen dieses letzteren beginnen nun die Fäden des Parasiten reichlicher Zweige zu treiben, welche sich durch Querwände sofort in kurze, fast isodiametrische Gliederzellen theilen und, immer der Innenfläche der Seitenwand der sie bergenden Erysiphe-Zelle anliegend, sich derart vermehren und aneinander schieben, dass sie sehr bald eine jener Zellwand innen aufliegende lückenlose einfache Zellschicht miteinander bilden. Die Zusammensetzung dieser Schichte aus kurzgliedrigen, grösstentheils wellig aufrechten oder schräg zwischeneinandergeschobenen Fäden ist auch nach ihrer Schliessung noch wohl erkennbar; unten stehen die sie zusammensetzenden Zellreihen mit dem Grunde der in den Conidienträger tretenden Aeste des Parasiten in Continuität, oben desgleichen mit den Aesten, welche in die Endzelle laufen, wenn diese bei dem beschriebenen Processe unbetheiligt war (VI, 1, b, 2, d, 4—6).

Die aus den Fadenverzweigungen gebildete Zellschichte ist die Wand der Pycnide. Erstreckt sie sich blos auf eine Zelle des Conidienträgers, so wachsen die sie zusammensetzenden Zellreihen immer in der gleichen Weise aneinandergefügt, von der Seitenwand aus rasch über die obere und untere, so dass das ganze Lumen von der Pycnidenwand rings umzogen wird. Sind 2 oder 3 Erysiphe-Zellen bei der Bildung betheiligt, so erstreckt sich die Pycnidenwand von den Seiten aus über die Grundfläche der untersten und die Scheitelfläche der obersten, nicht über die zwischen diesen liegenden Querwände des Conidienträgers; der von der Pycnidenwand umschlossene Raum besteht also aus der Lumina und Querwänden sämmtlicher betheiligter Erysiphe-Zellen. Nach vollendeter Umschliessung des bezeichneten Raumes wächst die Pycnidenwand, immer einschichtig bleibend, in der Richtung der Oberfläche. Der ganze von ihr umschlossene Raum schwillt an zu verschiedener Grösse und sehr verschiedener spindel,-tonnen,-cylinderförmiger Gestalt. Die Zellen der Wand dehnen sich dabei sowohl etwas in radialer, als ganz vorzugsweise in Richtung der Oberfläche aus und theilen sich dabei von Zeit zu Zeit durch senkrecht zu dieser, übrigens sehr unregelmässig gestellte Scheidewände. Die Pycnidenwand bleibt daher aus unregelmässig eckigen klei-

nen, an Zahl stetig zunehmenden Zellen zusammengesetzt (XI, 1—8). Schliesslich hört die Vergrösserung des Umfangs auf und es tritt auf der Innenfläche von so viel ich erkennen konnte jeder Zelle eine schräg aufwärts gerichtete Ausstülpung hervor als Anfang der weiter unten zu besprechenden Sporenabschnürung.

Die Zellen der Pycnidenwand sind zuerst völlig farblos, zart und durchsichtig. In dem Masse als diese wächst, werden besonders die älteren Membranen derber, gegen die Reifezeit erst blass dann intensiver gelbbraun.

Was die ursprünglichen Bestandtheile der zur Pycnidenbildung missbrauchten Zellen betrifft, so ist deren Protoplasma im Innern der Pycnidenwand, trübe, körnig werdend, deutlich zu erkennen bis zur Sporenbildung. Sobald diese beginnt entschwindet es der Beobachtung, offenbar durch die Sporen verdrängt werdend. Die Seitenwand resp. Seitenwände jener Zellen wachsen soweit erkennbar mit der Pycnide in der Oberflächenrichtung, den eigenen Elementen dieser immer knapp anliegend, bei Eintritt der Bräunung nicht mehr unterscheidbar. Wo der Raum von mehr als einer Zelle zur Pycnidenbildung benutzt wird, ist die Spur jeder Querwand äusserlich lange, oft bis zur Reife erkennbar in Form einer ringförmigen Einschnürung der Aussenseite und eines entsprechenden scharf gezogenen Querstreifens. Der mittlere Theil der Querwand ist bald nach Schliessung der Perithecienwand verschwunden; wann und wie dies geschieht war nicht genauer zu ermitteln.

Die Zellen eines eine Pycnide bildenden Conidienträgers, deren Raum in die Pycnide nicht mit eingeht, stehen in ihrem Wachsthum still, sobald der Parasitenfaden in sie eingedrungen ist. Sie behalten dagegen im übrigen anfangs ihre ursprüngliche normale Protoplasma- und Membranbeschaffenheit. Mit der Ausbildung der Pycnide schwindet in den unter dieser befindlichen Zellen das Protoplasma; ihr Innenraum wird durch einzelne, unregelmässig verflochtene Zweige des Parasiten mehr oder minder vollständig ausgefüllt, sie tragen die Pycnide als ein verschieden langer, in der bezeichneten Weise ausgefüllter, schliesslich an der Bräunung der Pycnidenwand Theil nehmender Stiel (XI, 11, 12). Wenn über der Pycnide noch Zellen des Conidienträgers stehen, so sieht man diese in dem Masse als jene wächst ihr Protoplasma verlieren, und schliesslich sammt den in ihnen enthaltenen Parasitenfäden collabiren und vertrocknen, dabei ganz farblos bleibend oder, zumal am Grunde, schwach gebräunt (V, 1 b, 2 d, 4—6). Sie stellen dann jenen mehrfach beschriebenen gegliederten oder auch ungegliederten fadenförmigen Anhang auf dem Scheitel der Pycnide dar. Meistens enthalten die Zellen dieses Scheitelanhanges, wie schon erwähnt einen oder den anderen

mit collabirten Fäden des Parasiten; doch kommen auch solche vor, in denen dieser fehlt, die ohne direct befallen zu sein, bei Bildung der Pycnide zu Grunde gingen.

In obiger Beschreibung wurden die Conidienträger speciell als die Orte der Pycnidenbildung bezeichnet. Es ist dies für viele Fälle streng richtig, in sofern letztere an solchen aufrechten Aesten des Myceliums stattfindet, welche noch Conidien auf ihrem Scheitel tragen oder doch ihrer Form nach ohne allen Zweifel mit obigem Namen zu bezeichnen sind, wenn sie auch noch keine Conidien gebildet oder diese schon abgeworfen haben. Andererseits kommt die Pycnidenbildung aber auch vor in beliebigen noch ganz kurzen aufrechten Aestchen des Myceliums, welche auf obige Bezeichnung noch keinen Anspruch machen können. Ich fand bei der in Rede stehenden Species sogar einmal eine kleine, spindelförmige Pycnide in dem Grunde eines jener schmalen aufsteigenden sterilen Myceliumfäden, das Ende dieses auf dem Scheitel tragend als einen sie über 6mal an Länge übertreffenden fadenförmigen von einem Parasitenfaden durchzogenen Anhang. Aehnliche Fälle fanden sich vereinzelt, selbst mit verzweigten Scheitelanhängen, auch auf den anderen unten zu nennenden Erysiphen.

Auf dem von dem Parasiten befallenen Mycelium findet man nicht immer, aber keineswegs selten, Peritheciumanfänge in allen Stadien, und viele derselben können auch ihre oben beschriebene normale Entwickelung bis zur Bildung der Asci und Sporen durchlaufen. Andererseits tritt aber der Parasit sehr oft von dem Mycelium aus in die Perithecien ein und bildet auf ihre Kosten Pycniden. Dies geht hervor daraus, dass erstens auf dem den Parasiten enthaltenden Mycelium Perithecienanfänge verschiedener Entwickelung vorkommen, welche noch ihre normale Form und Structur erkennen lassen, in ihrer oberflächlichen Zellschichte aber Fäden des Parasiten enthalten, und dass zweitens auf demselben Mycelium fertige Pycniden von dem oben beschriebenen Bau gefunden werden, die in Gestalt und Grösse jungen Perithecien gleich sind. Nach den mitgetheilten Thatsachen liegt es auf der Hand anzunehmen, dass der Parasit von der Aussenwand der Perithecien in ähnlicher Weise Besitz nimmt, wie von den Zellen des Conidienträgers; dass er in jener seine Pycnidenwand ausbildet, und das Gewebe im Innern des Peritheciums dann schwindet um durch die Sporen ersetzt zu werden. Die Einzelheiten dieser Vorgänge dürften, bei der Zartheit und Kleinheit aller in Betracht kommender Zellen zur Zeit kaum genauer zu ermitteln sein. Auf dem von dem Parasiten durchwucherten und die beschriebenen Formen der Pycniden tragenden Mycelium fand ich auch noch die Form der letzteren, welche äusserlich in allen Stücken fertigen Perithecien gleicht, insonderheit die normale Perithecienwand zeigt, aber von den-

selben Sporen wie die obigen Pycniden erfüllt wird. An einigen dieser Exemplare, die durch Druck geöffnet wurden, zeigte sich deutlich eine die Perithecienwand auskleidende, die Sporenmasse umschliessende Haut, bestehend aus einer Lage kleiner, protoplasmareicher eckiger Zellen, denen der gewöhnlichen Pycnidenwände ähnlich aber farblos. Es kann nach den mitgetheilten Daten nicht bezweifelt werden, dass diese perithecienähnlichen Pycniden dadurch zu Stande kommen, dass der Parasit nur den innern Theil der Perithecien befällt und sich zum Zwecke seiner Pycnidenbildung aneignet, die Wand aber intact lässt. Der Grund für letzteres dürfte darin zu suchen sein, dass die Wand für die Penetration des Parasiten schon zu grosse Festigkeit erlangt hat. Die in Rede stehenden Pycniden wären also solche die sich in schon älteren, der Reife nahen Perithecien entwickelt hätten. Ein, wie ich glaube, fast entscheidendes Argument für letztere Ansicht liegt in der Beobachtung eines Peritheciums, welches, anscheinend fast reif, mit andern und mit Pycniden zusammen auf einem von Parasiten befallenen Mycelium vorkam und nach Sprengung collabirte Asci austreten liess, die von Pilzfäden, welche dem des Parasiten vollkommen glichen, locker umsponnen waren.

Fassen wir die mitgetheilten Thatsachen und Folgerungen schliesslich kurz zusammen, so sind die als Pycniden von Erysiphe beschriebenen Körper Organe, Sporenbehälter nicht der Erysiphe selbst, sondern eines anderen parasitischen Pilzes. Dieser vegetirt und wächst in und mit den Mycelfäden der Erysiphe und bildet jene Sporenbehälter theils in den aufrechten Aesten des Myceliums, sowohl sterilen als besonders Conidienträgern, theils in den Perithecien verschiedenen Alters. Er bildet jene Sporenbehälter auf Kosten der genannten Theile seines Wirthes, und zwar so, dass sie Pseudomorphosen vergleichbar die letzteren verdrängen und ihre Gestalt annähernd annehmen. Es sei hier einstweilen hinzugefügt, dass die in Rede stehenden Sporenbehälter, wenn sie auch aus der Reihe der Organe von Erysiphe zu entfernen sind, auf den Namen Pycniden dennoch Anspruch haben. In Folgendem sollen sie denselben daher auch führen, und der Kürze halber die aus den Perithecienanlagen entwickelten als runde, die andern als schmale unterschieden werden.

Pycniden, welche den soeben für E. Galeopsidis beschriebenen in allen Stücken ähnlich oder selbst zum Verwechseln gleich sind, und zwar entweder runde oder schmale allein oder beide miteinander sind nun auf dem Mycelium vieler Erisiphe-Arten gefunden worden. Auf dem von Sphaerotheca Castagnei (Humuli, Dipsaci, *Berkeley*, *v. Mohl*, *Tulasne*); Sphaerotheca pannosa (*Tulasne*); Calocladia Berberi-

dis Lév. (*Tulasne*, *v. Mohl*); E. lamprocarpa (Salviae glutinosae, Sonchi oleracei, Plantaginis majoris, *v. Mohl*); E. communis (Trifol. pratensis, Ranunculi acris, *v. Mohl*). Ferner durch *Tulasne* auf Phyllactinia guttata, Uncinula adunca (Salicis capreae) Uncinula Wallrothii Lév. (Pruni spinosae) Podosphaera Kunzei Lév. (Pruni spinosae) Calocladia Dubyi Lév. (Lonicerae) C. holosericea Lév. E. Martii Lév. (Hyperici perforati); durch *Tulasne*, *v. Mohl* u. A. auf E. Tuckeri; durch *v. Mohl* endlich auf unbestimmten Arten, welche Blätter von Brassica oleracea, Heracleum Sphondylium, Cucurbita Pepo, Pirus Malus, Viola tricolor bewohnten.

Ich kann diesen noch hinzufügen ausser der E. Galeopsidis: Calocladia Mougeotii Lév. (Lycii barbari), E. lamprocarpa von Cynoglossum officinale und Pantago maritima und Podosphaera myritillina Kze.

Die aus den Beschreibungen und Abbildungen übereinstimmend hervorgehende Aehnlichkeit aller dieser Formen lässt von vornherein für alle den gleichen Ursprung und die gleiche Entwickelungsart annehmen. Für die letztgenannten von mir lebend untersuchten Formen, ausser der auf Podosph. myrtillina von der ich nur ein Paar Pycniden gelegentlich beobachtete, habe ich beides, gleichen parasitischen Ursprung und gleiche Entwickelung mit denen auf E. Galeopsidis, ausführlich beobachtet. Ebenso sah ich bei den schmalen Pycniden einer auf Blättern einer Pirus gewachsenen unbestimmten weil perithecienlosen Art und bei aufgeweichten Herbar-Exemplaren der Erys. Tuckeri (Vitis viniferae) nicht nur genau die gleiche Structur, sondern auch den gleichen Ursprung von den in dem Mycelium enthaltenen Parasitenfäden. Auf lebenden Exemplaren von Uncinula Wallrothii fand ich einzelne runde Pycniden und die Fäden des Parasiten ebenfalls in den Mycelzweigen, welchen diese aufsassen.

Mit der Parasitennatur der Pycniden auf Erysiphe steht in Einklang ihr höchst unbeständiges Vorkommen. Sie sind auch bei den Arten von Erysiphe auf welchen sie häufig beobachtet wurden, nichts weniger als constante oder auch nur reguläre Vorläufer der Perithecien, sondern sie fehlen das einemal ganz, das anderemal kommen sie in grösserer oder geringerer Reichlichkeit vor. Belege für diesen Ausspruch finden sich schon in *v. Mohl's* öfters citirter Arbeit. Ebenso wird schon in dieser Arbeit und von *Tulasne* angeführt und auch in den unten zu besprechenden Publicationen *v. Cesati's*, *Riess's* u. A. thatsächlich bestätigt, dass da wo Pycniden auftreten, die Perithecienbildung zwar oft reichlich zu Stande kommt, anderemale aber nur wenige oder gar keine Perithecien gebildet werden. Wo schmale Pycniden allein vorhanden sind, lässt es sich nicht allgemein behaupten, dass das Ausbleiben der Perithecien durch das

Auftreten des Parasiten unmittelbar verursacht wird; wo dagegen runde Pycniden vorhanden sind, ist die Perithecienbildung durch den Parasiten theilweise oder ganz unterdrückt, denn jene sind ja, wie gezeigt wurde nichts weiter als durch letzteren occupirte Perithecienanlagen. Die Pycniden auf E. Galeopsidis beobachtete ich nahe bei meiner Wohnung, welche ich in der Nähe von Reinhardsbrunn in Thüringen 2 Monate lang inne hatte. In den Gebüschen rings um das Haus stand Galeopsis Tetrahit allenthalben, die meisten Stöcke waren von Erysiphe befallen und diese war fast auf allen mit Perithecien und Conidien reichlich versehen, ohne Pycniden. Letztere fanden sich nur auf wenigen Stöcken, die miteinander den Raum von vielleicht 6 Quadratfuss einnahmen, und auf diesen waren sie in allen Formen, runde in jeder Grösse, daneben nur einzelne zu normaler Ausbildung kommende Perithecien.

Je nach den verschiedenen Species von Erysiphe auf denen sie vorkommen findet zwischen Gestalt und Bau der runden Pycniden ein Unterschied nur dann statt, wenn sie in reiferen Perithecien auftreten und dieser Unterschied fällt mit dem der Perithecien der einzelnen Arten zusammen. Die schmalen Pycniden, zumal die aus Conidienträgern entstandenen, zeigen zwar auf jeder Species von Erysiphe sehr mannichfaltige Einzelformen und keinerlei ganz constante Differenzen je nach der Nährspecies, jedoch herrscht je nach dieser das einmal die eine, das anderemal die andere Form vor. Es sind in dieser Richtung zweierlei Hauptformen zu unterscheiden. Bei der einen (XI, 5—8) entwickelt sich die Pycnide in dem Grunde des aufrechten Erysiphe-Zweiges, sie sitzt dem kriechenden Mycelfaden unmittelbar oder mittelst eines kurzen Stielchens auf und wird, wenn der Zweig vielgliedrig war, von einem langen Scheitelanhang überragt. Bei den Pycniden auf E. Galeopsidis ist dies die vorherrschende Form, ebenso bei den von mir auf E. lamprocarpa (Cynoglossi und Plantaginis maritimae) untersuchten, desgleichen bei den von *Tulasne* in seiner Carpologie abgebildeten und besonders bei den durch *v. Mohl* auf Sphaerotheca Castagnei beobachteten (l. c. Fig. 11—13). Die andere Form (XI, 11, 12) kommt zu Stande, wenn die Pycnide sich in dem Scheitel ihres Nährastes oder dicht unter demselben entwickelt. Sie wird alsdann nur von einem kurzen, aus einer oder 2 Zellen bestehenden Scheitelanhang überragt oder dieser fehlt gänzlich; und sie wird, wo der Nährzweig vielgliedrig war, auf einem langen von Fäden des Parasiten erfüllten Stiele getragen. Unter den von mir untersuchten Fällen herrschte diese Form auf der Calocladia Mougeotii (Lycii) und nach *v. Mohl* (l. c. Fig. 1—6) auf E. Tuckeri vor. Es sei aber ausdrücklich wiederholt, dass es sich überall nur um ein Vorherrschen dieser oder jener Form

und nicht um eine scharf durchführbare Unterscheidung nach den einzelnen Erysiphe-Arten handelt.

Die Bildung der Sporen oder, um die von *Tulasne* eingeführte Bezeichnung beizubehalten, der Stylosporen fand ich in allen untersuchten Fällen gleich (XI, 8, 9). Die Zellen der erwachsenen Pycnidenwand treiben auf ihrer Innenseite schmale, schlauchförmige mit eingeschnürt-verschmälerter Basis ansitzende Ausstülpungen, welche alle schräg nach oben und gegen die Längsachse des Hohlraums gerichtet sind und sich zuletzt als ebensoviele Sporen abschnüren. Es genügt Pycniden geeigneten Alters in Glycerin liegend zu betrachten um sich von der erwähnten Befestigung und Richtung der Sporen zu überzeugen; man kann durch Aenderung der Einstellung des Mikroskops eine Spore nach der andern verfolgen, freilich übersichtliche Bilder nach solchen Präparaten nicht wohl entwerfen, weil die dicht gedrängt convergirenden Sporen einander vielfach decken. Zuweilen gelingt es auch, Durchschnitte durch geeignete frische Exemplare zu erhalten und diese ergeben dasselbe Resultat. An einer Wandzelle sah ich immer nur eine Spore ansitzen. Dass auch mehrere neben einander oder von demselben Punkte aus succedan nacheinander gebildet werden habe ich nicht beobachtet. Ersteres anzunehmen finde ich in den beobachteten Thatsachen keinen Grund; letzteres dagegen, d. h. reihenweise Abschnürung mehrerer Sporen nacheinander möchte ich kaum bezweifeln, da, wenigstens nach Schätzung, die Zahl der fertigen Sporen in einer Pycnide die der Wandzellen bedeutend übertrifft.

Bei Beginn der Sporenbildung sind die Wandzellen von homogenem Protoplasma dicht erfüllt. Bei Vollendung derselben ist letzteres verschwunden und durch wasserhelle Flüssigkeit ersetzt. Von den Ansatzstellen der Sporen konnte ich auf der Wandinnenfläche reifer Behälter höchstens zweifelhafte Spuren in Form kleiner Unebenheiten erkennen.

Die Stylosporen füllen den Innenraum der reifen Pycnide aus, eingebettet in farblosen Schleim, der in Wasser zerfliesst, in Alkohol erhärtet und, anderweitigen ähnlichen Vorkommnissen entsprechend, wohl aus den in Wasser sehr quellbaren äusseren Membranschichten sämmtlicher Sporen bestehen dürfte. Wenn eine reife Pycnide mit Wasser benetzt wird, so wird ohne Zweifel in Folge der Quellung jenes Schleimes, die Wand zersprengt, und zwar seitlich dicht unter dem Scheitel, die quellende Schleimmasse tritt in Form eines wurmförmigen oder rankenförmigen, die Sporen einschliessenden Körpers aus dem Risse hervor, immer mehr sich streckend schliesslich zerfliessend und die Sporen in dem Wasser vertheilend. Die Sporen sind,

von dem in Wasser vollkommen unkenntlich werdenden Schleime abgesehen, zartwandige Zellchen von meist cylindrisch länglicher Gestalt mit breit abgerundeten Enden (XII, 10). Die Gestalt ist übrigens, wie schon *v. Mohl* bemerkt, auch in einer und derselben Pycnide nicht ganz constant, bald mehr eiförmig, bald mehr cylindrisch, bald gerade, bald etwas gekrümmt. Ihre Grösse ist — auch in derselben Pycnide — ziemlich ungleich, ich fand sie meist etwa 2,82 μ breit und 7—12 μ, im Mitte 9,14 μ lang (auf E. Galeopsidis). Nach *v. Mohl's* Messungen ist die mittlere Länge derer auf E. Tuckeri der angegebenen ziemlich gleich nämlich 9,009 μ ($^1/_{250}$'''), die Schwankungen bewegen sich zwischen $^1/_{348}$''' und $^1/_{156}$''' = 6,4 μ — 14 μ. Nach *Tulasne's* Angaben wären sie meist breiter und durchschnittlich kürzer; er notirt die Breite bei Podosphaera tridactyla auf 2,5 μ, bei Sph. Castagnei, pannosa, E. communis (Hyperici quadrangularis) auf bis 3,5 μ, die Länge meist auf 6,5 μ oder 6 bis 9,6 μ; bei Pod. tridactyla nur auf 3,5—4 μ.

Die zarte farblose Wand der Sporen umschliesst homogenes durchscheinendes Protoplasma, in welchem, wie schon *Amici* und *v. Mohl* bemerkten, in der Nähe beider Enden je ein kleiner glänzender runder Körper — vermuthlich Fettkügelchen — liegt.

Die aus der Pycnide entleerten Sporen keimten bei den von mir frisch untersuchten Exemplaren (von Galeopsis, Cynoglossum, Lycium barbarum) leicht auf Wassertropfen oder auch auf nur angefeuchtetem, unter einer Glasglocke in feuchter Luft gehaltenem Substrat, gläsernen Objectträgern sowohl als Laubblättern. Schon wenige Stunden nach der Aussaat zeigten sie sich unbedeutend angeschwollen und trieben Keimschläuche; entweder an beiden oder nur an einem der beiden Enden einen (XII, 11, 12). Die Keimschläuche sind nicht ganz halbsodick als die Sporen. Sie wachsen auf Kosten des in letzteren enthaltenen Protoplasmas zu einer die Spore um ein Vielfaches übertreffenden Länge heran, bilden oft einzelne, manchmal auch wiederholte Verzweigungen und richten sich dabei auf, aus den Wassertropfen in die Luft sich erhebend. Die glänzenden Fettkügelchen in den Sporenenden verschwinden während der Keimung. Unter den genannten Verhältnissen tritt nach 1—3 Tagen Stillstand des Wachsthums der Keimschläuche ein. *Tulasne* sah diese Form der Keimnng in einigen Fällen. Bei Pycniden auf E. pannosa beobachtete er, dass, vor oder während der Keimung die Stylospore auf das 2—3fache der ursprünglichen Grösse sich ausdehnte und durch Querwände in 2—3 rundliche Zellen theilte; ebenso theilten sich die aus den Enden hervorgetretenen verzweigten Keimschläuche durch zahlreiche

Querwände. Weitere Erscheinungen traten während der länger als einen Monat dauernden Beobachtuug nicht ein.

Ich habe bei Aussaat frisch gereifter Stylosporen auf Wasser immer nur die erste Form der Keimung erhalten; sie blieb auch nie aus. Bei Aussaat von solchen, welche auf Erys. Galeopsidis gereift und von Mitte September bis Mitte December auf den Blättern der Galeopsis Tetrahit trocken aufbewahrt worden waren, begann nach 18 Stunden die Keimung reichlich in derselben Weise. Nach 1—2 Tagen aber trat die von *Tulasne* beschriebene Anschwellung und Zweitheilung der Stylosporen und die auffallende Septirung der Keimschläuche bei den meisten, wenn auch nicht bei allen Exemplaren ein; sowohl bei solchen die auf Wasser als auch, besonders auffallend, bei anderen die auf Obstsaft gesäet worden waren. Die Erscheinung betraf theils solche Sporen, welche Keimschläuche getrieben hatten bevor sie anschwollen; sie erstreckte sich aber auch auf die noch nicht gekeimten, diese erhielten Bisquitform und nachher in der Mitte eine Querwand (XII, 13). Mit Eintritt dieser Veränderungen wurde der Inhalt der Sporen und Keimschläuche dicht- und homogen glänzend, das Wachsthum stand still.

Aus der letzterwähnten Beobachtung ergibt sich das für die Lebensgeschichte unseres Pilzes wichtige Resultat, dass die Stylosporen nach ihrer Reife lange keimfähig bleiben, wahrscheinlich also auch keimfähig überwintern können.

Nachdem festgestellt war, dass die sogenannten Erysiphe-Pycniden einem Parasiten der Erysiphen angehören und dass die Sporen derselben leicht keimen, war die Frage nahe gelegt, wie sich die keimende Spore auf den Wirthen des Parasiten, den Erysiphen verhält. Um hierüber Aufschluss zu erhalten wurden frisch gereifte Stylosporen in kleinen Wassertropfen ausgesäet auf frische lebende pycnidenfreie Erysiphe; die abgeschnittenen Blätter auf denen letztere wuchs dann in einen feuchten Raum (Glasglocke oder Blechkapsel) gebracht. Ferner wurden Stylosporen gebracht auf Conidien, welche auf dem Objectträger keimten, entweder so, dass Conidien und Stylosporen gleichzeitig, oder letztere mehrere Stunden später als jene gesäet wurden. Verwendet wurden zu den Aussaaten die Stylosporen der Pycniden von den oben genannten Cynoglossum, Galeopsis und Lycium bewohnenden Erysiphen, und die Aussaat geschah theils auf dieselbe Erysiphespecies von welcher jeweils die Pycniden und Stylosporen hergenommen waren, theils auf andere Species (XII, 6—9).

Die Stylosporen trieben bei diesen Aussaaten Keimschläuche in der oben beschriebenen Weise. Wo sie auf oder in der Nähe einer Erysiphe-Zelle keimen, drängt

sich der Keimschlauch mit seinem Ende fest gegen die Oberfläche dieser, das Ende verbreitert sich leicht, und treibt in der Regel alsbald einen durch die Wand der Erysiphezellen dringenden, äussert feinen Fortsatz. Sobald dieser die Wand durchbohrt hat, schwillt sein ins Innere der Zelle gelangtes Ende zu einer zarten kugeligen Blase an. Diese treibt dann auf ihrer der Eindringstelle gegenüberliegenden Seite eine dünne, schlauchförmige Austülpung, welche zu einem Parasiten-Faden der oben beschriebenen Beschaffenheit auswächst. Das Protoplasma der Spore wandert in die innerhalb der Erysiphe befindlichen Keimungsproducte; in der Membran jener und des ausserhalb befindlichen Stückes des Keimschlauchs bleiben nur wasserhelle Flüssigkeit und hie und da einzelne sehr kleine Körnchen zurück. — Die blasige Anschwellung innerhalb der Eintrittsstelle erreicht einen Durchmesser, welcher dem Breitedurchmesser des Erysiphe-Fadens nahezu gleichkommt, sie füllt also letzteren an besagter Stelle ziemlich vollständig aus; in den Conidien wird sie nicht grösser als in dem Mycelium, liegt also mit dem grössten Theile ihrer Oberfläche frei in dem Innenraum. Von dem aus ihr hervorwachsenden Parasitenfaden gilt alles was oben von den erwachsenen gesagt wurde.

Das Eindringen der Keinschläuche vollendet sich sehr rasch; 14—20 Stunden nach der Aussaat fand ich es mehrfach schon in reichlicher Menge und die Eindringlinge in ziemlich vorgeschrittener Entwickelung (vgl. die Erklärung von Fig. 6—9). Bei den Aussaaten auf schon entwickeltes Mycelium schlug es nie fehl; ebenso bei den meisten auf Conidienkeimlinge, welche auf feuchten Objectträgern erzogen wurden. Einzelne dieser zeigten allerdings nur wenig eindringende Keime, vielmehr trieben in diesen Culturen die meisten Sporen einerseits einen kurzen Keimschlauch, welcher sich mit leicht verbreitertem Ende der Oberfläche der Erysiphe fest anspresst, ohne einzudringen; dann wurde am anderen Sporenende ein Schlauch getrieben, der auf viele Sporenlängen heranwuchs und sich oft verzweigte, ohne dann nach mehrtägiger Cultur weitere Wachsthumserscheinungen zu zeigen. Die eindringenden Keimschläuche sind solche, welche Sporen entspringen, die auf oder nicht weit von der Erysiphe liegen. In ersterem Falle erreicht der Schlauch vor dem Eindringen nur geringe Länge, kaum die halbe der Spore, sein aussen befindliches Stück ist dabei den Mycelfäden oft angeschmiegt in longitudinaler oder querer Richtung. Bei neben der Erysiphe liegenden Sporen richtet sich die Länge des Keimschlauchs selbstverständlich nach dem Abstande beider von einander; ich sah ihn öfters 2—3 Sporenlängen erreichen. Die Keime solcher Sporen, welche mit Erysiphe nicht in Berührung kommen, sah ich nie

etwa in die Epidermiszellen auf denen diese wuchs eindringen, und ebenso wenig etwa eigene dem Parasiten angehörende Conidien entwickeln.

Das Eindringen der Keime des Parasiten in die Erysiphe wurde in folgenden Fällen und zwar immer in derselben Form, beobachtet.

Stylosporen aus den Pycniden auf	gesäet auf
1) Erys. Galeopsidis	Mycelium von Erys. Galeopsidis.
2) Calocladia Mougeotii (Lycii) . . .	„ „ Cal. Mougeotii (Lycii).
3) derselben	„ „ Erys. communis (Melitoti off.)
4) Erys. lamprocarpa v. Cynoglossum . .	Keimende Conidien von E. Umbelliferarum (Anthrisci silvest.).
5) Calocladia Mougeotii (Lycii) . . .	Keimende Conidien von E. Umbelliferarum (Anthrisci silvest.).

Die oben erwähnte Erscheinung, dass die Keimschläuche meistens nicht eindrangen, sondern sich nur anpressten fand sich in mehreren der unter 5) verzeichneten Culturen.

Die auf keimende Conidien auf Objectträger gemachten Aussaaten blieben alle bald in der Entwickelung stehen, nach einigen Tagen platzten die Erysiphe-Keimschläuche und wurden zersetzt.

Bei den auf blattbewohnendes Mycelium gemachten Aussaaten fanden sich meistens an den besäeten Punkten, vom zweiten Tage nach Beginn der Cultur an, die Fäden des Parasiten deutlich, oft sehr reichlich in denen der Erysiphe. Sie zeigten genau das oben für den fertigen Zustand beschriebene Verhalten. In den meisten Culturen gingen Pilz und Blatt in diesem Entwickelungsstadium zu Grunde, unter Schimmelwucherung faulend meistens von den Stellen aus wo vorher zum Behufe der Untersuchung Epidermisstückchen mit Erysiphe abgenommen waren. Auf einem Lycium-Blatte der oben unter 2) verzeichneten Culturen und auf 6 von 10 Foliolis von Melilotus in der obigen Cultur 3) erschienen aber zuletzt auf dem mit dem Parasiten besäeten Mycelium Pycniden in grösster Menge; auf dem Lyciumblatte am sechsten, auf den Melilotusblättern am zehnten Tage nach der Aussaat. Die Structur, Grösse und Formen der Pycniden unterschieden sich in nichts von denen, welche spontan vorkommen und oben beschrieben wurden. Die auf der nur Conidien tragenden Calocladia des Lyciumblattes erwachsenen waren durchweg schmale und hatten die gestielte

Form, ohne oder mit sehr kurzem Scheitelanhang, welche Form auf dieser Calocladia auch bei spontanen Exemplaren die gewöhnliche ist. Die auf den Melilotusblättern, obgleich aus den auf Lycium-Calocladia gereiften Sporen erzogen, waren dagegen meist schmale von der kurzstieligen Form mit langem Scheitelanhang. Daneben kamen aber auch runde vor — die Melilotuserysiphe war neben den Conidienträgern mit zahlreichen jungen Perithecien versehen. Die Erysiphe tragenden Blätter von Lycium und Melilotus waren aus dem botanischen Garten in die Cultur genommen worden und die befallenen Stöcke von denen sie herstammten zeigten zur Zeit der Untersuchung, nach sorgfältiger Musterung, ebensowenig wie irgend eine andere der im Garten von Erysiphe befallenen Pflanzen die geringste Spur von Pycniden auf den Erysiphen. Nach diesen Daten ist es nicht zweifelhaft, dass die in der Cultur erhaltenen Pycniden wirklich Producte der gemachten Stylosporenaussaaten waren. Die ganze Reihe der Culturversuche setzt aber vollends ausser Zweifel, dass die Pycniden einem Parasiten angehören, der in die Fäden der Erysiphen eindringt, in und mit diesen wächst und in ihren aufrechten Aesten und jungen Früchten seine Pycniden pseudomorphosenähnlich ausbildet.

Wenn bisher von dem oder einem Parasiten der Erysiphen immer die Rede war, so sollte damit nicht die bestimmte Behauptung ausgesprochen werden, dass alle bis jetzt beobachteten parasitischen Pycniden auf allen Erysiphen einer einzigen parasitischen Species angehören. Es könnten ja mehrere einander sehr ähnliche parasitische Arten auf den Erysiphen vorkommen. Unter den beobachteten Thatsachen lässt sich eine einzige für letztere Annahme anführen, nämlich diese, dass die Stylosporen der von *Tulasne* auf E. tridactyla beobachteten Pycniden so bedeutend kleiner waren als die sämmtlicher anderer. Bei letzteren beträgt die minimale Länge nach *Tulasne* 6 μ (nach *v. Mohl's* und meinen Messungen 6,4 μ und 7 μ) während bei jenen das Längenmaximum nach *Tulasne* 4 μ war. Dagegen liegt für alle anderen in Rede stehenden Pycniden, als etwa die auf E. tridactyla, in den mitgetheilten Thatsachen kein Grund, sie mehr als einer Parasitenspecies zuzuschreiben. Die schmalen kommen zwar in den erwähnten verschiedenen Formen vor, die Unterschiede zwischen diesen sind aber keineswegs scharf und constant. Von ihren beiden Hauptformen herrscht die eine auf diesen, die andere auf jenen Erysiphe-Species vor; die Culturversuche (Calocladia Lycii auf E. communis Meliloti) haben aber gezeigt, dass aus den Stylosporen der einen Form vorherrschend Pycniden der anderen erzogen werden können, wenn die Aussaat auf andere Erysiphe-Species gemacht ist. Jene Formverschiedenheiten dürften

daher meistens ihren Grund haben in den Organisationsverschiedenheiten der Wirthspecies in denen ein und derselbe Parasit seine Pycniden ausbildet, und nicht in dem Vorhandensein verschiedener Arten pycnidentragender Erysiphe-Parasiten.

Ob es sich wirklich so verhält werden weitere Detailuntersuchungen zu entscheiden haben. Zur Zeit liegt jedenfalls kein Grund vor (etwa mit Ausnahme des erwähnten hier füglich bei Seite zu lassenden auf Podosphaera tridactyla) mehr als einen Parasiten anzunehmen als den Erzeuger der Pycniden auf Sphaerotheca Castagnei, pannosa, Calocladia Berberidis, Mougeotii, Erysiphe communis, lamprocarpa, Tuckeri u. a. m.

Nach dieser Begründung unserer Ansichten über den Pycniden bildenden Parasiten ist es möglich demselben einen Namen zu geben. Mehrere Beobachter haben die Pycniden, zum Theil früher als Diejenigen, welche dieselben für Organe der Erysiphen hielten, gefunden und nicht den Erysiphen zugeschrieben, sondern einem von diesen verschiedenen Pilze, dessen Entwickelung sie allerdings nicht kannten und dessen eigenes Mycelium sie zum Theil in dem der Erysiphe zu finden glaubten auf welcher die Pycniden sassen. *v. Cesati*[1]) fand ihn auf der Weintrauben bewohnenden Erysiphe Tuckeri und nannte ihn Ampelomyces quisqualis. *Amici* beobachtete ihn auf demselben Wirthe, sandte ihn ohne Namen an *Ehrenberg*, der ihn Ende 1852 Cicinnobolus florentinus benannte[2]). *Riess* endlich fand ihn auf Erysiphe lamprocarpa (Plantaginis majoris) und nannte ihn Byssocystis textilis[3]). Die Identität der von *Amici* gefundenen Pycniden mit den unsrigen ist nach den Beschreibungen[4]), die der *Cesati*'schen und *Riess*'schen nach den von *Rabenhorst* edirten Originalexemplaren ausser Zweifel.

Ich glaube nun zwar keineswegs von den vorhandenen 3 Namen einen beibehalten zu müssen, da keiner derselben den Gegenstand bezeichnet, welchen ich zu benennen habe, sondern nur misskannte Theile desselben, möchte mich aber doch an

---

[1]) *Rabenhorst*, Herbar. mycol. Cent. XVII No. 1669. (Anfang 1852 erschienen). Vgl. auch den Nachtrag, ibid. Cent. XIX.

[2]) Bot. Zeitung 1853 p. 16.

[3]) Hedwigia I, p. 23 (1853) *Rabenhorst*, Herb. mycol. 1726. — *Tulasne* nennt (Ann. sc. nat 4e. Ser. VI, p. 309) für die pycnidentragenden Erysiphen noch die Namen Leucostroma (*Castagne* 1853) und Endogenium *Crocq* (1852), berichtigt diese Angaben aber später (Carpol. I, p. 216) dahin, dass diese beiden Namen nur die conidientragenden Erysiphen bezeichnen.

[4]) Vgl. auch *Tulasne* und *v. Mohl*, l. c.

das einmal vorhandene möglichst halten. Die Beibehaltung des *Cesati*'schen Namens scheint mir unmöglich. Ebenso die des *Ehrenberg*'schen Speciesnamens. Unter den möglichen Gattungsnamen hat der von *Ehrenberg* gemachte die Priorität, ich möchte ihn daher beizubehalten und die in Rede stehende Species Cicinnobolus Cesatii zu nennen vorschlagen.

Die Entwickelung des Cicinnobolus kann mit der Ausbildung der Pycniden thatsächlich aufhören, sie erreicht aber mit dieser keinesfalls nothwendig ihren Abschluss. Wenn die Pycniden reif und grossentheils entleert sind, sieht man die Mycelfäden des Parasiten, nach wie vor in denen der Erysiphe eingeschlossen, vielfach an Dicke bis zu dem Grade zunehmen, dass sie letztere zum grossen Theil oder gänzlich ausfüllen. Zugleich werden ihre Membranen bedeutend dicker, breit-doppeltcontourirt und hellbraun, der Pycnidenwand ähnlich, doch blasser gefärbt. Die ursprünglich vorhandenen Querwände treten in Folge der Membranverdickung deutlicher hervor, zwischen ihnen wohl auch neue auf, so dass der Faden in kurze Glieder getheilt erscheint, deren Länge sehr wechselt, oft die Breite nicht übertrifft. Gleichzeitig schwellen die einzelnen Zellen oft derart an, dass der Faden unregelmässig torulös wird. Das Protoplasma solcher Fäden wird homogen und sehr stark lichtbrechend (XI, 11—15). Die gleichen Veränderungen, welche soeben für die in dem Erysiphe-Mycelium kriechenden Cicinnobolus-Fäden beschrieben wurden, zeigen häufig auch solche, welche in Conidienträger eingetreten sind, ohne hier zur Pycnidenbildung zu gelangen (XI, 14, 15). Dieselben werden hier oft besonders kurzgliedrig, die Glieder kürzer als breit; einzelne Zellen oder eine ganze Reihe hinter einander bleiben oft bedeutend schmäler als der sie bergende Conidienträger, treiben aber in der Richtung von dem Querdurchmesser dieses stumpfe Aussackungen, die wie Zähne oder Füsse aus der Zellreihe hervortreten. Da die Cicinnobolus-Fäden, wie oben gezeigt wurde, in dem Scheitel der Conidienträger meist umbiegen und mit ihrem Ende wiederum abwärts wachsen, so wird der obere Theil letzterer oft von zwei der veränderten Zellreihen ausgefüllt.

Wenn diese Veränderungen des Cicinnobolus eingetreten sind, ist das ursprüngliche Ansehen des befallenen Erysiphe-Rasens und seiner einzelnen Theile durchaus umgewandelt. Ersterer erscheint, der Färbung der Cicinnobolus-Membran entsprechend, schmutzig gelbbraun, die etwas dunkler gefärbten Pycniden auf seiner Oberfläche tragend. Die einzelnen Fäden haben mit solchen von Erysiphe gar keine Aehnlichkeit mehr ausser der gleichen Breite. Bei genauer Untersuchung ist es jedoch nicht schwer, die beschriebene Umwandlung von ihren ersten Anfängen an Schritt für Schritt zu ver-

folgen, und auch noch an dem fertigen Zustande zu erkennen, dass es sich um Erysiphe-Fäden handelt, die von dem Parasiten erfüllt und verändert sind. Oft sind nämlich einzelne Zellen oder ganze Fadenstücke des Cicinnobolus-Myceliums schmäler als der sie bergende Erysiphe-Faden; sie liegen der Membran dieses zwar auf der einen Seite an, sind aber auf der andern durch einen Zwischenraum von ihr getrennt, wie von einer zarten farblosen, sie locker umschliessenden Scheide. Solche Zustände finden sich sowohl in den Myceliumfäden als ganz besonders den Conidienträgern der Erysiphe; sie setzen sich oft continuirlich in die anderen, wo der Parasit den Faden des Wirthes völlig ausfüllt, fort. Ferner findet man an den von dem Parasiten erfüllten Fäden oft einzelne Aeste, in welche letzterer nicht eingetreten ist. Die Erysiphe-Fäden sind überall, wo der Parasit sie nicht ganz erfüllt an Structur, Farblosigkeit, Verzweigung und besonders den Ansatzstellen der Haustorien sicher zu erkennen (XI, 11, 12).

Die beschriebenen, die Erysiphe-Hyphen ausfüllenden, derb- und braunwandigen Zustände des Cicinnobolus-Myceliums finden sich vereinzelt wohl an allen von letzteren befallenen Erysiphe-Exemplaren. Sehr reichlich und in ihrer ganzen Entwickelung beobachtete ich sie in Erys. Galeopsidis und Calocladia Mougeotii (Lycii). Exquisite Exemplare derselben, durch Kurzgliedrigkeit und Brüchigkeit der Fäden ausgezeichnet, hat *v. Cesati* in den nachträglichen Exemplaren seines Ampelomyces ausgegeben, welche in der 19. Centurie von *Rabenhorst's* Herbarium mycologicum enthalten sind.

Wenn die derbwandigen braunen Fäden des Cicinnobolus in Wasser oder auf stark befeuchtete Unterlage gebracht werden, so treiben ihre Zellen, oft in sehr grosser Zahl, einen bis mehrere rasch wachsende Zweige, deren Dicke die von den Pycniden bildenden Fäden übertrifft. Diese Zweige sind zartwandig, dicht von homogenem Protoplasma erfüllt, farblos, sie treten aus der braunen Wand ihrer Stammfäden hervor wie die Keimschläuche der meisten Pilzspornen aus dem Episporium, d. h. von einer Ausstülpung der innersten Membranschicht umgeben, die äussere braune durchbrechend (XI, 13). Sie wachsen theils in der umgebenden Flüssigkeit bleibend, theils sich aus dieser oder von der Oberfläche des feuchten Substrats in die Luft erhebend, auf eine Länge, die im Maximum auf circa $1/4$ Millim. geschätzt werden kann heran; war diese Länge erreicht dann sah ich sie im Wachsthum stille stehen, Conidien oder dergleichen nie an ihnen auftreten. Ich sah diese Erscheinungen sowohl an solchen Fäden, welche frisch von lebenden Blättern entnommen oder auf diesen in nasse Umgebung gelegt worden waren, als auch bei solchen die etwa 3 Monate eingetrocknet

im Zimmer gelegen hatten; und in beiden Fällen sowohl wenn die ganzen den Doppelparasiten tragenden Blätter auf nasses Substrat kamen, als auch wenn eine kleine von dem Blatte abgenommene Portion Cicinnobolusfäden in einen Wassertropfen auf den Objecträger gebracht worden war. Das soeben angegebene Verhalten der eingetrockneten Exemplare legitimirt die braun gewordenen Fäden als Dauermycelium, wie solches so vielfach bei Pilzen gefunden wird.

Ganz ebenso wie die Zellen des Dauermyceliums verhalten sich häufig, in Beziehung auf das Austreiben farbloser dünner Zweige oder Fäden, die Zellen der Pycnidenwand. Man sieht von letzteren, zumal solchen, welche vor Eintrocknung in Wasser gebracht wurden, die ausgetriebenen Fäden oft nach allen Seiten ausstrahlen, und kann die einzelnen leicht als Entwickelungsproducte der Wandzellen erkennen. Ob diese Erscheinungen an solchen Pycniden auftreten, welche die Stylosporen normal producirt und entleert haben, oder nur an solchen bei denen letztere noch nicht oder nicht mehr zur Ausbildung kamen, mag dahin gestellt bleiben. Dass sie bei unausgebildeten auftreten ist jedenfalls sicher.

An alten Cicinnobolus-Exemplaren (welche auf Blättern von Lycium und Galeopsis in Erys. Mougeotii und Galeopsidis gewachsen waren) beobachtete ich noch eine bemerkenswerthe Erscheinung. In einzelnen Zellen der Blattepidermis sieht man, bei Flächenansicht, einen scheibenförmigen ohngefähr kreisrunden Körper, welcher aus strahlig von einem Punkte divergirenden verästelten Reihen ohngefähr gleichgrosser kurzer Zellen besteht (XI, 16). Die Verästelungen nehmen vom Mittelpunkte der Scheibe an in dem Masse an Zahl zu und sind derart neben einander geschoben, dass die Scheibe nirgends eine Lücke hat. Soviel ich erkennen konnte liegen alle Reihen in einer Fläche, die Scheibe ist also einschichtig wie der Thallus von Coleochaete scutata, an den ihr Aussehen erinnert; ob sie auch mehrschichtig vorkommt konnte ich nicht mit Sicherheit entscheiden. Die Enden aller Reihen und Zweige liegen in einer ziemlich glatten ohngefähren Kreislinie; sie sind zart, farblos, und zeigen oft sehr zarte, offenbar jugendliche Querwände und beginnende Verzweigungen. Gegen die Mitte der Scheibe hin werden die Zellen rasch derbwandig, ihre Membranen gelbbraun, ihr Inhalt homogen-trübe. Sie gleichen hierin vollständig den Zellen der kurzgliedrigen Dauermyceliumfäden und haben auch dieselbe Breite wie diese. Ihre Länge kommt der Breite ohngefähr gleich. Nach diesen Daten besteht die Scheibe aus verzweigten und mit allen ihren Zweigen radial und lückenlos in eine Fläche geordneten Pilzfäden, deren Zweigenden alle in einer Kreislinie liegen und, durch ihr gemeinsames

gleichen Schritt haltendes Spitzenwachsthum und Zweigbildung nahe den Spitzen, den Umfang der Scheibe nach und nach vergrössern.

Die Scheiben liegen der Aussenwand der Epidermiszellen innen dicht an. Sie erstrecken sich entweder, wie oben schon gesagt wurde, über die Wand einer einzigen Epidermiszelle, oder über mehrere, die Seitenwände derselben verdrängend. Ihre Grösse ist hiernach selbstverständlich sehr verschieden. Kleinere, nur eine Epidermiszelle grosse fand ich vereinzelt schon auf grünen noch vegetirenden Blättern. Sehr zahlreiche, sowohl von der oben genannten Grösse als auch über mehrere Epidermiszellen ausgedehnt, treten dagegen auf den absterbenden, abgefallenen Blättern auf, zumal wenn sie auf feuchtem Boden liegen.

Die Aehnlichkeit der älteren Zellen der Scheiben mit denen des Dauermycelium und das Zusammenvorkommen beider legten die Vermuthung nahe, dass die Scheiben zu Cicinnobolus gehören. Da auf und zwischen den Dauermycelfäden immer mancherlei Sporen und Myceliumanfänge heterogener Pilze vorkommen, galt es, die Vermuthung vorsichtig zu prüfen. Der Versuch dies auf dem sichersten Wege zu thun, nämlich durch Zurückverfolgung der Scheiben auf ihren ersten Entwickelungsanfang gelang nicht; die jüngsten oder kleinsten Scheiben, welche ich finden konnte, waren immer schon vielzellig. Dagegen sieht man an nicht überaltem Material meistens mit der grössten Deutlichkeit, dass der Mittelpunkt, von dem die Fäden der Scheibe ausstrahlen, genau da liegt, wo ein Haustorium in eine Epidermiszelle eindringt. Beim Abziehen des Myceliums von der Fläche alter Blätter gelingt es nicht eben selten, aus der im übrigen sitzenbleibenden Epidermis ganze, unversehrte Scheiben herauszureissen (XI, 16). Diese hängen dann, wie man sich durch Drehen und Zerren überzeugen kann, jeweils mit ihrem Mittelpunkte fest an einem Myceliumfaden und zwar immer an der leicht kenntlichen Abgangsstelle eines Haustoriums der Erysiphe. Hiernach dürfte es kaum zweifelhaft sein, dass die Scheiben zu Cicinnobolus gehören, und zwar aus Fäden dieses hervorgehen, welche durch die Haustorien in die Epidermiszellen dringen, die Blase des Haustoriums verdrängen und dann durch ihre weitere Verzweigung die beschriebene Scheibe bilden.

Auf das Mitgetheilte beschränken sich die bisherigen Beobachtungen über Cicinnobolus. Der Entwickelungsgang dieses Pilzes ist aber mit den beschriebenen Erscheinungen keinesfalls abgeschlossen. Dafür bürgt einerseits das Auftreten des Dauermyceliums, welches sich im Freien zu Ende der Vegetationszeit (ich fand es im September und October) entwickelt, und den mitgetheilten Daten zufolge ohne Zweifel die

kalte Jahreszeit lebensfähig überdauert um im Frühling eine neue Vegetation zu beginnen. Andererseits lässt es sich mit grosser Bestimmtheit aus der Vergleichung anderen Pilzspecies vermuthen, von denen sogleich die Rede sein soll. Dass die Stylosporen keimfähig überwintern können, mag auch hier nochmals erwähnt werden, wenn auch nach den beobachteten Thatsachen kein Grund zu der Annahme vorliegt, dass sich aus den überwinterten Sporen etwas anderes entwickelt, als ein wiederum Pycniden bildendes Mycelium. An welchen Orten der Cicinnobolus seine weitere Entwickelung durchläuft lässt sich nicht mit Bestimmtheit vorhersagen, weitere Untersuchungen müssen darüber entscheiden. Es liegt jedoch ungemein nahe, zunächst an die Blätter zu denken, mit denen er abfällt und auf welchen er, am Boden liegend, im Frühjahr jedenfalls diejenige Wassermenge findet, welche das Austreiben der Dauermyceliumzellen ermöglicht.

Welcherlei Formen in dem weiteren Entwickelungsgang unseres Pilzes zu erwarten sind, kann natürlicher Weise auch nicht mit Bestimmtheit vorausgesagt werden, aber doch mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit. Wenn man absieht von seiner ganz absonderlichen endomycetischen Lebensweise, und die Form und Structur der Organe, welche man von ihm kennt, Pycniden, Stylosporen, Dauermycelium ins Auge fasst, so erinnern diese so unzweideutig an die gleichnamigen Organe von kleinen einfachen Pyrenomyceten (z. B. Pleospora, vgl. *Tulasne* Carpol. II; Sordaria coprophila vgl. oben S. 348), dass es sehr wahrscheinlich wird, Cicinnobolus gehöre in die nahe Verwandtschaft dieser, also zu den Pyrenomyceten und seine noch aufzufindenden Organe seien Perithecien. Jedenfalls ist die Uebereinstimmung seiner Pycniden und Stylosporen mit denen besagter Sphaeriaceen gross genug um die Beibehaltung der gleichen Benennung für sie zu rechtfertigen.

IV. Bemerkungen über die Geschlechtsorgane der Ascomyceten.

Es mag hier zuletzt am Platze sein einige über die einfache Beschreibung der Thatsachen hinausgehende Bemerkungen den Mittheilungen über Eurotium und Erysiphe hinzuzufügen.

Aus den beschriebenen Entwickelungsgeschichten ergibt sich zunächst die nahe Verwandtschaft beider genannter Genera miteinander. Beide zeigen, bei aller Verschiedenheit in den speciellen Formen und der Lebensweise, in ihrem ganzen Entwickelungsgange sowohl als auch in dem Bau ihrer einzelnen Organe miteinander die grösste Uebereinstimmung. Dieses Resultat ist im Grunde nichts als eine Bestätigung der neueren Ansicht von *Fries* (Summa veg. Scand. p. 405, 408), welche unsere beiden Genera zusammen in die eine Gruppe der Perisporiacei stellt, wenn auch weit genug auseinander. Es wird aber auch zuzugeben sein, dass diese Bestätigung nichts Ueberflüssiges ist. Ob die Gruppe, welche Eurotium und Erysiphe umfasst in ihrer von *Fries* gegebenen Umgrenzung und Eintheilung bestehen bleiben kann, ist eine Frage deren Entscheidung von einer genauen Untersuchung der zahlreichen dahin gerechneten Genera abhängt, und welche ich in Ermangelung der zur Beurtheilung nöthigen entwickelungsgeschichtlichen Daten hier unberührt lasse. *Fries'* fernere Anschauung (l. c. p. 403), welche die Perisporiacei zu den Pyrenomyceten, d. h. Ascomyceten mit Perithecien stellt, wird zur Zeit schwerlich von Jemanden angefochten werden, jedenfalls nicht für die beiden in Rede stehenden Genera.

Die über die Entwickelungsgeschichte dieser gewonnenen Resultate können daher auch als ein Beitrag zur Kenntniss der Pyrenomyceten-Entwickelung gelten. Soweit sie sich auf anderes als die Perithecien beziehen können sie unsere durch *Tulasne* begründete Anschauung von dem Entwickelungsgange dieser Gewächse nur in Detailfragen erweitern. Eurotium, dem sich Erysiphe voraussichtlich auch in ihren noch nicht untersuchten Entwickelungsstadien anschliessen wird, ist ein sehr übersichtliches Beispiel für den Entwickelungsgang einer Pilzspecies, welcher continuirlich, ohne eigentlichen Generationswechsel abläuft und von jeder Sporenform aus in derselben Weise wieder anfängt; ein Gang, welcher nach den bekannten Daten den weitaus meisten Ascomy-

ceten zukommen wird, wenn auch, wie das Beispiel von *Cordyceps*[1]) zeigt, nicht allen.

Bei der Entwickelung der Perithecien treten in beiden Genera analoge, wenn auch der Form nach verschiedene Erscheinungen auf. Der wesentlichste Theil des Peritheciums, die Asci, entwickelt sich aus dem Ende eines kleinen Myceliumzweiges, welches Ende eine characteristische Form annimmt und bei Erysiphe aus einer Zelle, bei Eurotium aus einer schraubigen Zellreihe besteht. Dasselbe wurde oben Ascogonium oder Carpogonium genannt. Die Asci sind entweder einfache Quertheilungsproducte des Ascogons (Sphaerotheca, Podosphaera); oder Glieder seiner später auftretenden Verzweigungen. Ihre Entwickelung wird begleitet von der der Peritheciumwand aus den sie umwachsenden Hüllschläuchen. Voraus geht diesen Entwickelungen die Erscheinung, dass ein den Hüllschläuchen ähnlicher, jedoch durch Ort und Zeit seiner Entstehung, meist auch durch Gestalt und Bau ausgezeichneter Schlauch oder Faden, oben Pollinodium genannt, sich in bestimmter Lage dem Ascogon fest anschmiegt; bei Eurotium wurde Copulation zwischen den Enden beider Organe, bei Erysiphe nur feste Anlegung beobachtet. An der weiteren Ausbildung des Peritheciums nimmt das Pollinodium keinen Antheil oder denselben wie die Hüllschläuche.

Die Bildung der wesentlichen Theile des Peritheciums, der Asci, kommt also zu Stande in Folge einer Vereinigung, wie der Kürze halber gesagt werden mag, des Carpogons mit dem Pollinodium. Weiter ergeben die thatsächlichen Beobachtungen nichts und der Ausdruck in Folge ist zunächst nur in Beziehung auf das zeitliche Verhältniss, im Sinne von post hoc aufzufassen. Es muss aber auch eine causale Beziehung bestehen zwischen der Vereinigung des Pollinodiums mit dem Ascogon und den Entwickelungen an dem letzteren, weil jene Vereinigung ausnahmslos, für jede Species in bestimmter Form, erfolgt und auf die nachmalige Entwickelung der betheiligten Organe irgend einen bestimmenden Einfluss ausüben muss. Und da die Vereinigung allen auf Ascus- und Sporenbildung abzielenden Veränderungen des Ascogons vorausgeht muss sie eine der Ursachen letzterer sein.

Bei den meisten Pflanzen kennen wir nur einen Process, bei welchem ein der Fortpflanzung dienender Körper erzeugt wird durch die Vereinigung zweier nach Ursprung, Gestalt und meist auch Grösse verschiedener einfacher Organe oder Formelemente, von denen das eine, meist grössere, zu jenem Fortpflanzungs-Körper heran-

---

[1]) Vgl. Bot. Zeitung 1867, pag. 18.

wächst, aber unter der nothwendigen Bedingung, dass zuvor die Vereinigung mit dem anderen stattgefunden hat. Wir nennen diesen Process geschlechtliche Zeugung, die dabei concurrirenden Formelemente in bekannter Wortbedeutung weibliche und männliche Geschlechtsorgane, den Act ihrer Vereinigung Befruchtungsact. In vielen Fällen (z. B. Oedogonium) besteht dieser darin, dass das männliche Element seiner ganzen Masse nach vollständig mit dem weiblichen in Eins verschmilzt, in dem Augenblicke der Befruchtung also sein eigenes Dasein vollständig aufgibt. In anderen Fällen (z. B. angiosperme Phanerogamen) tritt das männliche Element mit dem weiblichen in innige Berührung, die Weiterentwickelung dieses beginnt in Folge hiervon augenblicklich, das männliche bleibt aber der Form nach, und an den weiteren Bildungsprocessen unbetheiligt fortbestehen. Eine Verschmelzung beider Elemente in Eines findet nicht statt, wenn auch nach den Beobachtungen und Vergleichungen ein Stoffaustausch zwischen beiden angenommen und als das Wesentliche beim Befruchtungsact betrachtet werden muss. Versuche haben für beide Formen der Befruchtung nachgewiesen, dass dieselbe eine nothwendige Bedingung ist für die Weiterentwickelung des weiblichen Organs.

In der Vereinigung von Pollinodium und Carpogon bei unseren Pilzen finden wir nun einen Vorgang der erstlich die Bedeutung einer ausnahmslos wirkenden Ursache für die Ascusbildung hat; finden ferner, dass derselbe sowohl nach seiner Form als nach seinen Folgen mit unzweifelhaften sexuellen Zeugungsprocessen, aber mit keiner anderen bekannten Erscheinung übereinstimmt; müssen also den Vorgang gleichfalls für einen geschlechtlichen Zeugungsact, das Carpogonium für das weibliche, das Pollinodium für das männliche Sexualorgan erklären. Der experimentelle Beweis der Nothwendigkeit jener Vereinigung für die Entwickelung der Asci lässt sich allerdings nicht führen wegen der Unmöglichkeit die beiderlei Geschlechtsorgane ohne Zerstörung zu trennen. Eine Lücke in der Beweisführung ist daher zuzugestehen. Die angeführten Gründe erheben jedoch unsere Ansicht an die oberste Grenze der Wahrscheinlichkeit.

Somit kommen wir zu dem von mir früher zumal für Sphaerotheca angedeuteten Resultat, Erysiphe und Eurotium haben Geschlechtsorgane, männliche = Pollinodien und weibliche = Carpogonien oder Ascogonien. Das befruchtete Carpogonium wächst zum Träger der sporenbildenden Asci heran unter gleichzeitiger Entstehung und Ausbildung der Perithecienwand. Der Körper, welchen letztere zusammen mit den Ascis und ihren unmittelbaren Trägern bildet, das Perithecium, kann mit einer allgemeineren Bezeichnung Schlauchfrucht, oder noch allgemeiner eine Sporenfrucht genannt werden. Die Geschlechtsorgane entstehen auf dem Mycelium, welches ausser ihnen ungeschlecht-

lich Conidien erzeugt. Die Sporenfrucht ist das Product der Befruchtung, sie ist für sich geschlechtslos.

Der Bau der Sexualorgane und ihr Verhalten bei der Befruchtung zeigt im Einzelnen bei den in Rede stehenden Gattungen Verschiedenheiten, von denen einige noch besonderer Besprechung bedürfen.

Bei allen Erysiphen und Podosphaeren ist das Carpogonium eine einfache Zelle, die sich erst in Folge der Befruchtung theilt. Der früher gebrauchte Ausdruck Eizelle könnte daher für sie beibehalten werden. Bei Eurotium dagegen ist der ihm functionell gleichwerthige, nach der Befruchtung die ascusbildenden Zweige treibende Körper schon vor der Befruchtung durch Querwände in mehrere Zellen getheilt. Dieser Umstand schliesst die Anwendbarkeit des Namens Eizelle aus und veranlasste, nebst anderen unten zu nennenden Gründen die Einführung des Namens Carpogon oder Ascogon für das in Folge der Befruchtung zu dem wesentlichen Bestandtheil der Schlauchsporen-Frucht heranwachsende, bei Erysiphe einzellige bei Eurotium mehrzellige Geschlechtsorgan.

Das Pollinodium ist, soweit ich erkennen konnte, bei den Erysiphen mit gekrümmten Sexualorganen ebenfalls meist eine einfache, längliche, von einem kurzen Stielchen getragene Zelle. Bei Sphaerotheca und Podosphaera besteht es aus der kurzen, dem Scheitel des Carpogons anliegenden Zelle, die ich früher Antheridie nannte, und der diese tragenden lang-cylindrischen. Ob diese beiden Zellen zusammen das befruchtende Organ sind oder nur die obere wage ich nicht zu entscheiden, da keine Structurdifferenz welche darüber Aufschluss geben könnte beobachtet wurde, und beide dem Carpogon fest anliegen. Ob bei Eurotium das Pollinod vor der Befruchtung schon mehrzellig ist, bin ich nicht im Stande anzugeben.

Was den Befruchtungsact selbst betrifft, so findet bei Erysiphe keine Copulation statt, das Pollinod legt sich dem Ascogonium an ohne alsdann zunächst erkennbare Veränderungen zu zeigen. Mehr lässt sich über die sichtbaren Erscheinungen beim Befruchtungsacte nicht aussagen und über den Zeitpunkt in welchem er eintritt nur soviel, dass derselbe bei Sphaerotheca jedenfalls vor demjenigen liegen muss, in welchem die Hüllschläuche das Pollinodium von dem Carpogon wegdrängen. Bei Eurotium dagegen wurde eine Copulation der Enden beider Organe beobachtet in dem Stadium wo das Pollinodium die Spitze das Ascogons erreicht hat, die Hüllschläuche noch nicht. Zeitpunkt und Form der Befruchtung sind hierdurch bestimmt. Die bei Eurotium beobachteten Erscheinungen deuten, wie oben beschrieben wurde, darauf hin, dass über

und unter der Copulationsstelle eine Querwand auftritt und die hierdurch begrenzte Zelle ein Theil der Perithecienwand, also von der Ascusbildung ausgeschlossen wird. Hiernach entsteht die Frage ob ein entsprechender Vorgang auch bei Erysiphe stattfindet, ob also hier das mit dem Pollinod in Berührung stehende Stück ebenfalls steril, von der Ascus-Erzeugung ausgeschlossen bleibt. Bei den Formen mit gekrümmten Carpogonien war hierüber nicht ins Klare zu kommen. Die bei Sphaerotheca beobachteten Erscheinungen verneinen die Frage aber aufs unzweideutigste.

Von den unmittelbar auf unseren Gegenstand bezüglichen Dingen erübrigt noch die Motivirung des Ausdruckes Pollinodium. Bei den meisten nicht Blüthen tragenden Pflanzen sind die männlichen Sexualorgane, die Samenkörper, Spermatozoiden, Antherozoiden zarte Zellchen, welche aus ihren Mutterzellen frei werden und dann an das weibliche Organ, mit dem sie sich zu vereinigen haben gelangen. Die Mutterzellen selbst (bei den Fucaceen, Sphaeroplea, Oedogonieen u. s. w.) oder Aggregate (Florideen) oder Behälter derselben (Muscineen, Pteriden) heissen Antheridien. Die befruchtenden Fäden oder Schläuche der uns beschäftigenden Pilze entsprechen ihren Functionen nach den Spermatozoiden, ihrem Bau und ihrer Herkunft nach genau den Antheridien derjenigen Thallophyten, bei denen letzterer Name Mutterzellen der Samenkörper bezeichnet; ganz speciell z. B. denen der Saprolegnieen. Man kann sie also weder den Samenkörpern noch den Antheridien gleich setzen und gleich benennen, ein neuer Name ist daher nöthig. Den angewandten habe ich gewählt mit Rücksicht auf die Aehnlichkeit, welche die das Carpogon befruchtenden Organe in ihrem ganzen Verhalten mit den Pollenschläuchen phanerogamer Gewächse besitzen. Derselbe Ausdruck wird selbstverständlicher Weise auch auf die männlichen Geschlechtsorgane anderer Thallophyten anzuwenden sein sobald dieselben die characteristischen Eigenschaften besitzen, welche bei diesen Organen an den uns beschäftigenden Pilzen auftreten; speciell z. B. also für die bisher als Antheridien bezeichneten Organe der Peronosporeen. Diese vermitteln zugleich den Anschluss der Pollinodien an Antheridien, weil sie in Form und Entstehung den Antheridien der Saprolegineen fast gleich, durch ihr Verhalten bei der Befruchtung aber von diesen verschieden und anderen Pollinodien gleich sind.

An diese speciell auf Erysiphe und Eurotium bezüglichen Betrachtungen und Fragen schliessen sich andere so unmittelbar an, dass sie hier nicht wohl unberührt gelassen werden können. Es sind dies die Fragen, ob der für Erysiphe und Eurotium nachgewiesene Entwickelungsprocess der Perithecien auch bei anderen oder bei allen Pyrenomyceten in seinen wesentlichen Erscheinungen wiederkehrt; ob derselbe oder

ein ihm ähnlicher bei den askentragenden Sporenfrüchten (Schlauchfrüchten, Schlauchfruchtträgern) der nächsten Verwandten der Pyrenomyceten, der Discomyceten auch vorkommt; endlich welchen Fructificationserscheinungen anderer, nicht zu genannten Gruppen gehörender Gewächse er sich näher anschliesst oder vergleichen lässt.

In Beziehung auf die erste Frage zeigen *Woronin's* Darstellungen in vorliegendem Hefte (pag. 3, 18, Tafel I und II), dass bei Sphaeria Lemaneae und Sordaria die erste Anlage der Perithecien mit der bei Erysiphe jedenfalls grosse Aehnlichkeit hat. Die grosse runde Zelle scheint dem Carpogon, der an sie sich zuerst anlegende Faden dem Pollinod zu entsprechen. Auch die Umwachsung der runden Zelle durch eine Anzahl von Fäden nach Hinzutritt des präsumptiven Pollinods entspricht der Hüllenbildung bei Eurotium und Erysiphe. Leider geben aber *Woronin's* Untersuchungen über den Cardinalpunkt keinen Aufschluss, nämlich darüber ob die schliesslich auftretenden Asci Entwickelungsproducte des präsumptiven Carpogons oder anderen Ursprungs sind. Bevor hierüber unzweifelhafte Beobachtungen vorliegen ist eine sichere Entscheidung unserer Frage unmöglich, so nahe auch Vermuthungen und Wahrscheinlichkeiten liegen mögen. Die Beobachtungen *Füisting's*[1]) über Perithecienentwickelung, welche sich vorzugsweise mit anderen als den hier in Rede stehenden Fragen beschäftigen und nur unbestimmte Andeutungen in Bezug auf letztere enthalten, gestatten noch weniger als die erstgenannten einen klaren Einblick in das Befruchtungs- und Sexualitätsverhältniss. Es muss daher weiteren Beobachtungen vorbehalten bleiben für die Beantwortung unserer ersten Frage eine sichere Basis zu schaffen.

Dieses abzuwarten ist um so mehr geboten, als für eine Anzahl Ascomyceten, welche zwar nicht der Pyrenomyceten- sondern der Discomycetengruppe angehören, Thatsachen vorliegen denen zufolge hier ein wenigstens der Form nach von dem bei Eurotium verschiedener Befruchtungsprocess stattfindet. Nach *Woronin's* Beobachtungen[2]) ist bei Peziza granulata und scutellata die erste Anlage der Cupula (d. h. der becherförmig offenen Schlauchfrucht) ein dicker Seitenzweig eines Mycelfadens. Der Zweig besteht aus einer Reihe kurzer Gliederzellen, welche mit einer die übrigen an Grösse übertreffenden runden oder ovalen Zelle frei endigt. Die nächste Entwickelungserscheinung ist diese, dass die Glieder unter der Endzelle dünne Zweiglein trei-

---

[1]) *Füisting*, zur Entwickelungsgeschichte der Pyrenomyceten. Bot. Zeitung 1867 p. 177 f. f.; 1868 No. 23 f. f.

[2]) Diese Beiträge, 2. Reihe, pag. 3 u. f.

ben, welche an letzterer emporwachsen. Einer oder zwei dieser Zweige eilen den übrigen voraus und legen sich mit ihrem Scheitel an den der Endzelle fest an. Nachdem dieses geschehen ist, entstehen an bezeichneter Stelle zahlreiche derartige Zweiglein, welche sich reich verästelnd die Endzelle umwachsen und in ein dichtes Fadenknäuel einhüllen. Dieses ist der Anfang der Cupula, spätere Verzweigungen seiner Fäden erzeugen geschlechtslos die Asci. Soweit die Beobachtungen reichen nimmt die Endzelle selbst an der Erzeugung der ascustragenden Fäden keinen sichtbaren Antheil, bleibt vielmehr ungetheilt, unverzweigt, etwas anschwellend, protoplasmaärmer zuletzt unkenntlich werdend.

Für Peziza confluens P. hatte ich früher[1]) schon einen ähnlichen Vorgang als Anfang der Cupula-Entwickelung beschrieben, dessen Kenntniss nachmals durch *Tulasne*[2]) in einem wichtigen Punkte ergänzt worden ist. Hier tritt auf dem Ende eines Myceliumzweiges eine rosetten- oder büschelförmige Gruppe von mehreren kurzen blasigen Zweiglein auf, welche paarweise dicht neben einander stehen. Jedes Paar besteht aus 2 ungleichen Componenten: einem zwei- bis dreigliedrigen Zweiglein mit weit-blasig aufgeschwollener sehr protoplasmareicher Endzelle, die an ihrem Scheitel einen dünnen cylindrischen hakig abwärts oder seitwärts gekrümmten Schlauch austreibt; und einem kleineren einzelligen keulenförmigen, dessen Scheitel von dem Ende des hakigen Schlauches berührt wird und mit diesem nach *Tulasne's* Beobachtung copulirt; d. h. an der Berührungsstelle beider Scheitel schwindet die Membran und der beiderseitige Inhalt tritt in Continuität. Gleichzeitig mit der Copulation treten dicht unterhalb der Paare an ihren Tragfäden zahlreiche dünne Zweige auf, welche, sich reich verästelnd, die Paare umwachsen und sich zu einem dichten Knäuel verflechten. Dieses ist wiederum die Anlage der geschlechtslosen, bald Asci bildenden Cupula, wie bei P. granulata und scutellata. Die blasigen Paare verhalten sich nach der Umflechtung wie die blasige Endzelle des Fruchtanfangs letztgenannter Pezizen. Als erste Anfänge der Cupulae von Ascobolus pulcherrimus, Peziza melaloma A. S. beobachteten *Woronin* und *Tulasne* Erscheinungen, welche den für P. granulata resumirten sehr nahe stehen, nur noch complicirtere Formverhältnisse zeigen und hier unter Verweisung auf die citirten Arbeiten, nicht ausführlich recapitulirt zu werden brauchen.

---

[1]) Fruchtentwickelung der Ascomyceten. Ich habe über den Gegenstand seither keine Beobachtungen gemacht, und beziehe mich lediglich auf die früheren und *Tulasne's* Verbesserungen derselben.

[2]) Annales sc. nat. 5. Sér. VI, p. 217.

Das Gemeinsame für alle diese Fälle ist das Auftreten jener je nach dem Einzelfalle verschieden geordneten blasigen Zellen; ihr Umwachsenwerden von dünnen, unter ihnen entspringenden Fäden, von denen die ersten ihnen fest angelegt sind (letzteres mit Ausnahme von Pez. confluens); der Ursprung der Asci von den Zweigen des aus jenen Fäden gebildeten Geflechtes; endlich die anscheinende Passivität der blasigen Zellen nach ihrer Einschliessung in das Geflecht.

Aus denselben Gründen, welche oben für die Deutung der Geschlechtsorgane von Erysiphe und Eurotium vorgebracht wurden liegt für diese Reihe von Entwickelungsprocessen die Vermuthung sehr nahe, dass die Organe, welche als erste Anfange der Cupula auftreten Geschlechtsorgane, dass die Cupula selbst ein Product (und zwar ein jedenfalls für sich geschlechtsloses) der Befruchtung sei, bei Pez. confluens und Ascobolus vielleicht jede Cupula ein Product mehrerer gleichzeitig nebeneinander stattfindender und gleichartiger Befruchtungsprocesse. Eine klare Einsicht in diese Processe und die Bedeutung der dabei wirkenden Organe geben die vorliegenden Mittheilungen über sie noch bei weitem nicht. Doch dürfte auf diese die folgende Anschauung vorläufig zu gründen sein.

Jene blasigen Zellen für sich allein für „Eizellen“ oder Carpogonien zu halten ist unzulässig, so lange die von allen Seiten bestätigte Beobachtung ihrer Passivität bei der Ascusbildung nicht widerlegt wird. Dies zugegeben, so sind, wenn Pez. confluens einen Augenblick unberücksichtigt bleibt, wie mir scheint zwei Annahmen möglich. Entweder sind jene blasigen Zellen Glieder mehrzelliger Carpogonien, die ersten sich ihnen anlegenden Zweiglein Pollinodien, diese vollziehen die Befruchtung an den blasigen Gliedern, und in Folge hiervon werden von den übrigen Gliedern des Carpogons die schlauchbildenden Hyphen getrieben; die blasigen Zellen selbst sind die die Befruchtung vermittelnden Glieder des Carpogoniums. Oder die blasigen Zellen sind ihrerseits die männlichen Organe (Pollinodien), welche die sich anlegenden dünnen Zweige, aus denen zunächst das Knäuel wird, befruchten. In letzterem Falle wären die successive an die blasigen Zellen tretenden dünnen Zweige gleichwerthig, in ersterem ungleichwerthig. Es braucht kaum gesagt zu werden, dass die zweite Annahme bei weitem die unwahrscheinlichere von beiden ist, nicht nach den speciell für die in Rede stehenden Discomyceten beobachteten Erscheinungen, sondern weil sie die Verhältnisse der Grösse, der Activität und Passivität bei der Befruchtung, welche überall anderwärts zwischen den beiderlei Geschlechtsorganen gefunden werden, für den vorliegenden Fall umkehrt. Weit mehr aber als diese Erwägung fällt gegen die

Annahme ins Gewicht das beobachtete Verhalten der Peziza confluens. Bei dieser findet nach *Tulasne*, zwischen den Zellen eines jeden Paares Copulation statt und wo diese auftritt ist sie, nach allen sicheren Erfahrungen, mindestens mit grosser Wahrscheinlichkeit für einen Befruchtungsact zu halten[1]). Soweit sich die Sache irgend beurtheilen lässt, findet daher der Befruchtungsact hier statt zwischen dem hakigen Schlauche der grossen Blase und der keulenförmigen Zelle des Paares, diese werden also für die Geschlechtsorgane zu halten sein, und zwar nach den vorliegenden Abbildungen die kleinere keulige Zelle für das männliche, der hakenförmige Schlauch für das Ende des weiblichen; die umwachsenden, später ascusbildenden Hyphen aber für Befruchtungsproducte. Es ergibt sich hiernach von selbst, dass auch für die anderen oben genannten Discomyceten die erste unserer beiden Annahmen von den weitaus überwiegenden Gründen unterstützt wird.

Kommen wir nun wieder auf die Pyrenomyceten zurück, so bleibt es für Sordaria und Sphaeria Lemaneae fraglich ob die von *Woronin* beschriebene grossblasige Zelle als Erzeugerin der Asci dem Ascogon von Erysiphe oder als befruchtungsvermittelndes Glied eines mehrzelligen Ascogons jenen blasigen Zellen bei den Pezizen entspricht. Noch weniger klar ist die Bedeutung der in *Füisting's* Beschreibungen angedeuteten Organe. Die Fragen auf welche fernere Beobachtungen zu achten haben, sind durch das Gesagte bezeichnet.

Die zweite der oben aufgeworfenen Fragen, die nach dem etwaigen Vorkommen ähnlicher Befruchtungserscheinungen bei anderen, nicht zu den Pyrenomyceten gehörenden thecasporen Pilzen ist in den vorstehenden Auseinandersetzungen soweit beantwortet, als sie sich zur Zeit beantworten lässt. Die ganze Reihe der Ascomyceten, so verschieden auch ihre Endglieder auf den ersten Blick sein mögen, zeigt in der That in allem was wir von dem Bau und dem ganzen Entwickelungsgang ihrer Angehörigen kennen in den Hauptpunkten eine so grosse Conformität, dass es von vornherein höchst wahrscheinlich ist, die Schlauchfrüchte aller seien die an sich geschlechtslose Producte einer geschlechtlichen Zeugung, wenn dieses für einen dahin gehörenden Fall einmal

---

[1]) Unter Copulation ist zu verstehen die Vereinigung von zwei, selten mehr ursprünglich getrennten Zellen zu einer der Fortpflanzung dienenden; dass letzteres für die in Rede stehenden gilt, wird nicht zu bestreiten sein. Die Verschmelzung solcher getrennter Zellen, welche mit der Fortpflanzung entschieden nichts zu thun haben, wie sie bei Pilzen, Flechten, in den Fibrovasalsträngen der Phanerogamen u. s. w. vorkommt, sollte mit der Copulation nicht verwechselt und kann von dieser durch den von *Unger* längst eingeführten passenden Namen Fusion unterschieden werden.

feststeht; und dass auch für alle ein ähnlicher Modus des Befruchtungsprocesses also eine ähnliche Beschaffenheit der Sexualorgane, und eine ähnliche oder gleiche Stellung derselben in dem Entwickelungsgange jeder Species angenommen werden muss. Die von den Discomyceten angeführten Beobachtungen können eine solche Annahme nur bestätigen. Sie zeigen auch, zusammen mit denen an Eurotium und Erysiphe, wie eine Vermuthung, welche sich bei der Betrachtung der fertigen Schlauchfrüchte sofort aufdrängt, schon durch wenige Entwickelungsbeobachtungen bestätigt wird, die Vermuthung nämlich, dass die Form der Geschlechtsorgane und ihre Vereinigung im Einzelnen ungemein mannichfaltig sein wird, wenn auch die hauptsächlichsten Erscheinungen und Eigenschaften überall wiederkehren.

Von den nicht mit Ascis versehenen Pilzen ist es nach einer Beobachtung *Oersted's*[1]) nicht unwahrscheinlich, dass die Agaricinen und alsdann wohl die Gesammtheit der basidiosporen Pilze, ihre Fruchtträger in ähnlicher Weise wie die Ascomyceten bilden, als an sich geschlechtslose Producte einer Vereinigung von Geschlechtsorganen, welche auf dem Mycelium entstehen und denen die Discomyceten in den Hauptpunkten gleichen. Doch sind die hierüber vorliegenden Untersuchungen noch zu wenig zahlreich und vollständig um die Begründung einer bestimmten Ansicht zu gestatten.

Wie schon oben bei anderer Gelegenheit angedeutet wurde, ist aber auch nicht zu verkennen, dass zwischen den Sexualorganen von Sphaerotheca einerseits und den Peronosporeen andererseits entschiedene Aehnlichkeiten bestehen. Letztere, die Peronosporeen, schliessen sich ihrer ganzen Entwickelung nach an die Saprolegineen und die zoosporenbildenden Algen an. Sphaerotheca ist ihren Befruchtungs- und sonstigen Entwickelungserscheinungen nach ein Endglied der Ascomycetenreihe, jedenfalls der bis jetzt in ihrer Entwickelung näher bekannten. Sphaerotheca und Erysiphe dürften hiernach einen Anschluss der Ascomyceten an die Peronosporeen und ihre anderseitigen Verwandten vermitteln.

Bei der Beantwortung der letzten Frage, welchen ausserhalb der Pilzreihen im Pflanzenreiche bekannten Befruchtungsprocessen die uns hier beschäftigenden am nächsten kommen, bleibt es sich gleich ob wir die für Erysiphe und Eurotium beschrie-

---

[1]) Verhandl. d. dän. Ges. d. Wissensch. 1. Jan. 1865. Vgl. *de Bary*, Handbuch, p. 172. Beobachtungen welche mit denen *Oersted's* übereinzustimmen scheinen hat *Karsten* publicirt (Botanische Untersuchungen aus dem physiolog. Laboratorium der landw. Lehranstalt zu Berlin 2. Heft 1866). Sind jedoch nicht klar genug um hier herangezogen werden zu können.

benen allein oder zusammen mit den nach der ausgeführten Ansicht auch anderen Ascomyceten zukommenden in die Vergleichung ziehen, da sich letztere eben nach dieser Ansicht an jene anschliessen.

Die Befruchtungserscheinungen unserer Pilze bieten nun einzelne nähere Vergleichungspuncte dar erstlich, in Bezug auf die Form der Befruchtung selbst, mit denen der (angiospermen) Phanerogamen, insofern bei diesen das zu befruchtende weibliche Organ aus mehreren Zellen, nämlich dem Embryosack und den Keimbläschen und Antipoden besteht, und der befruchtende Pollenschlauch nach dem Keimsacke hinwächst, sein Ende an diesen anlegt (selten kurz in ihn eindrängt) ohne zu copuliren oder Samenkörper austreten zu lassen. Zweitens lässt sich hier an die Moose erinnern, bei welchen das Entwickelungsproduct der befruchteten weiblichen Sexualzelle eine für sich geschlechtslose, Sporen erzeugende Frucht ist. Auf die weiten Verschiedenheiden, welche dieser Vergleichbarkeit ungeachtet zwischen den sexualen Organen und Befruchtungserscheinungen von Phanerogamen, Moosen und unseren Pilzen bestehen, braucht hier nicht ausdrücklich aufmerksam gemacht zu werden.

Nähere Beziehungen werden wir unter den Thallophyten, oder was für unsere Frage dasselbe ist, den Algen zu suchen haben und es liessen sich solche in der That bei Coleochaete, auch bei den Oedogonieen nachweisen. Mit Ausnahme der Florideen aber treten bei sämmtlichen Algen von denen wir Sexualorgane, Befruchtung, Befruchtungsproduct kennen, dreierlei Erscheinungen auf, welche von den uns beschäftigenden sehr verschieden sind, nämlich: die beweglich aus den Antheridien entleerten Samenkörper, Antherozoiden; die der Befruchtung stets vorhergehende Loslösung der zu befruchtenden Formelemente (Befruchtungskugeln) aus dem Verbande mit den übrigen, vegetativen Zellen der Pflanze — Contraction der Befruchtungskugeln in oder (Fucus) Entleerung derselben aus ihrer Mutterzelle, dem Oogonium; endlich die in Folge der Befruchtung sofort eintretende Umwandlung der Befruchtungskugel in eine Zelle, welche entweder (Fucus) ohne Ruhezustand zur neuen (geschlechtlichen) Pflanze auswächst, oder als einfache Zelle in einen Ruhestand eintritt (ruhende Oospore von Vaucheria, Oedogonium, Coleochaete, etc.)

Hinsichtlich der Eigenschaften sowohl der Sexualorgane als der Befruchtungsproducte besteht dagegen, wie schon *Sachs* in seinem Lehrbuch vermuthet, eine entschieden nahe Uebereinstimmung zwischen den in Rede stehenden Pilzen und den

meisten Florideen[1]). Zwar sind die männlichen Sexualorgane der letzteren Samenkörper, welche aus Antheridien entleert zu den weiblichen gelangen; dieselben zeigen jedoch durch ihre wenigstens nach der Copulation deutliche Membran und den Mangel selbständiger Locomotion schon immerhin einige Annäherung an die Pollinodien unserer Pilze. Die weiblichen Organe letzterer und der Florideen stimmen aber überein und unterscheiden sich von denen der anderen Thallophyten durch folgendes. Bis zur Befruchtung sind sie nie aus dem Verbande mit dem vegetativen Körper, welcher sie trägt losgelöst; sie sitzen diesem vielmehr immer an wie Glieder oder Aeste, mögen sie auch von den vegetativen im Einzelnen nach Form und Bau noch so verschieden sein. Sie sind ferner, mit Ausnahme von Podosphaera (und wohl auch Erysiphe) schon vor der Befruchtung in zwei Theile gegliedert, ein Conceptions-Organ oder -Glied, welches die Befruchtung direct aufnimmt, ihre Wirkung auf das andere überträgt und dann passiv bleibt oder abstirbt (Trichogyn, Trichophor der Florideen, Endzelle der Pilzcarpogonien); und ein anderes, mittelbar Sporen producirendes, welches Sporophor, Ascophor genannt werden mag. Beide Theile können Theile einer Zelle, oder je eine solche oder selbst Complexe mehrerer Zellen sein. Sie wachsen endlich in Folge der Befruchtung unter Zellentheilung und Verzweigung zu der geschlechtslosen Sporenfrucht (Kapselfrucht der Florideen, Perithecium etc.) sofort heran, mit ebenso vielen einzelnen Formmodificationen als Genera unterschieden werden. Selbst wenn man mehr ins einzelne geht, scheint zwischen der Entstehung in Rede stehender Pilzfrüchte und der Kapselfrüchte der Florideen mancherlei Aehnlichkeit zu sein: die Kapselfrucht von Wrangelia penicillata ist nach *Bornet* und *Thuret* (l. c. p. 147) ein Syncarpium, d. h. entstanden aus der Vereinigung mehrerer genäherter und gleichzeitig befruchteter weiblicher Sexualorgane; dasselbe Ergebniss lieferten unsere oben stehenden Betrachtungen für die Cupula von Peziza confluens.

Nach diesen Ausführungen dürfte es sich empfehlen, die weiblichen Sexualorgane auch der Florideen mit dem oben für die Pilze gebrauchten allgemeinen Ausdrucke

---

[1]) Vgl. *Bornet* und *Thuret*, Ann. sc. nat. 5. Sér. T. VII. p. 137., *H. Graf zu Solms-Laubach*, Bot. Zeitung 1867, No. 21. — Von den durch *Bornet* und *Thuret* beschriebenen sonderbaren Eigenthümlichkeiten der Gattung Dudresnaya kann hier füglich abgesehen werden, weil sie von dem Typus der Florideenbefruchtung erheblich abweichen.

Carpogonien zu bezeichnen, die Carpogonien dann in solche ohne und solche mit deutlich abgegliedertem Conceptions-Apparat zu unterscheiden. Besondere Einzelformen oder Theile solcher können dann immer noch besondere Namen, wie Ascogonium, Trichogyn, Trichophor führen. Eurotium besitzt, nach dieser Terminologie ein schraubenförmiges mehrgliedriges Carpogonium, dessen oberstes Glied Conceptionsorgan ist, dessen nächstuntere Glieder mit einander das Sporophorum, oder für den speciellen Fall Ascophorum bilden. Bei Erysiphe fehlt das Conceptionsorgan, nach der Befruchtung wird das ganze Carpogonium zum Ascosphor.

Erklärung der Abbildungen.

(Die Ziffer hinter der Figurennummer gibt die Vergrösserung genau an, wo sie in runde Klammer eingeschlossen ist. Wo sie in eckigen Klammern steht, ist die Figur bei der angegebenen Vergrösserung gezeichnet, ohne ganz genaue Wiedergabe letzterer).

Tafel VII.

Figur 1—17. Eurotium repens.

Fig. 1. (142) Mycelfaden mit 2 Conidienträgern, Conidien schon grossentheils reif.

Fig. 2. (600) Reife Conidien unter Wasser.

Fig. 3. (190) Myceliumfaden von dem ein Conidienträger *C*, und vier zur Perithecienbildung sich anschickende Zweige (Schrauben) entspringen. *p* junge Perithecienanlage.

Fig. 4. (190) Alter Myceliumfaden mit einem überreifen Conidienträger *C* und einem reifen Perithecium *p*. Durch Alkohol ist der gelbe Ueberzug von der Wand des letzteren entfernt.

Fig. 5. [600] Myceliumfaden, in 2 mit einem Carpogon endende Zweige getheilt; die Umwachsung des Carpogons bei *a* beginnend, bei *b* weiter vorgeschritten.

Fig. 6. [600] Carpogon mit verlängertem Endglied, Wachsthum des Pollinodiums beginnend.

Fig. 7. [600] *a* Carpogonium mit oben auf dem Scheitel angelangtem und copulirtem Pollinodium und 2 Hüllzweigen.

b Dasselbe um gegen 90° gedreht.

c Dasselbe schräg von oben.

d Dasselbe vom Scheitel aus gesehen.

Fig. 8. (600) Carpogon nahezu vollständig von den Hüllschläuchen umwachsen, in Wasser liegend. Der Ueberzug begann an diesem Exemplar schon aufzutreten.

Fig. 9. (600) Junges Perithecium. *a* Oberfläche. *b* optischer Längsschnitt nach Einwirkung von Alkohol und Ammoniak. *c* Carpogon mit einer beginnenden Sprossung und einer oben anhängenden Wandzelle, durch Druck aus der Wand entfernt und isolirt.

Fig. 10. (600) Aehnliches Exemplar, optischer Längsschnitt.

Fig. 11. (600) *a* ebensolches. *b* Carpogon mit Zweiganfängen durch Druck aus *a* isolirt.

Fig. 12. (600) Aehnliches Exemplar, in Wasser unter leichtem Druck liegend, optischer Durchschnitt. Der gelbe Ueberzug ist durch den Druck zersprengt und theilweise entfernt, unten und seitlich jedoch erhalten.

Fig. 13. (600) Etwas älteres Perithecium nach Behandlung mit Alkohol und Ammoniak. Optischer Längsschnitt. Das Ascogon ist in der Zeichnung dunkler gehalten, aber nicht deutlicher als es in natura erschien.

Fig. 14. (600) Stück eines durch Druck isolirten Ascogons mit Zweiganfängen aus einem wenig älteren Perithecium als Fig. 13.

Fig. 15. (375) Reife Ascosporen, 2 mit beginnender Keimung.

Fig. 16. (375) Ebensolche, keimend 24 Stunden nach Aussaat in Fruchtsaft.

Fig. 17. (375) Exemplar von derselben Cultur wie Fig. 16, 72 Stunden nach der Aussaat.

Fig. 18—21. Eurotium Aspergillus glaucus.

Fig. 18. (142) Myceliumfaden mit einem Conidienträger; Conidien grossentheils erwachsen.

Fig. 19. (375) Ende eines Luftmycelium-Fadens mit unregelmässig geordneten kleinen conidientragenden Sterigmen.

Fig. 20. (375) Ascosporen, die Keimung beginnend, 24 Stunden nach Aussaat in Fruchtsaft.

Fig. 21. (375) Exemplar aus derselben Cultur, wie Fig. 20, 72 Stunden nach der Aussaat.

Tafel VIII.

Eurotium Aspergillus glaucus. Perithecien-Entwickelung.

Vergr. bei Fig. 14 u. 15 = 950, bei allen übrigen 600.

Fig. 1, 2. Aufrollung der Ascogon bildenden Fadenenden.

Fig. 3. Erste Anlegung von Pollinod und einem Hüllzweige. *a* das Exemplar im Seitenprofil, *b* dasselbe schräg von unten gesehen.

Fig. 4. Etwas älterer Zustand. Die Spitze des Ascogons in den Innenraum der Schraube gewachsen (vgl. S. 367).

Fig. 5—7, 9 und 10. Aehnliche, wie der Augenschein lehrt theils ältere theils jüngere Exemplare.

Fig. 8. Aelteres Exemplar, von drei Hüllschläuchen, deren einer an der Basis verzweigt ist, umwachsen.

Fig. 11. Umwachsung und Theilung der Hüllschläuche fast vollendet.

Fig. 12. [600] Umwachsung des Ascogons fertig. Totalansicht.

Fig. 13. [600] Ebensolches Exemplar wie 12, optischer Längsschnitt.

Fig. 14. Ascogon, von Hüllschläuchen und dem Pollinodium *p* umwachsen; *A* Seitenprofil, *B* schräg von oben gesehen. *p* Pollinodium, *s* Spitze des Carpogons, *h* und *k* in beiden Figuren die gleichen Hüllschläuche bezeichnend.

Fig. 15. Etwas älterer Zustand. *p.* Pollinod; Gränze zwischen ihm und dem Ende des Ascogons nicht unterscheidbar.

Fig. 16. Perithecium nach der Vollendung der Hülle im Wasser liegend, Oberflächenansicht. Der gelbe Ueberzug erhalten, an der Spitze mit einem kurzen Riss und von den darunter liegenden Zellen etwas abgehoben.

Fig. 17. Wenig älterer Zustand, nach Entfernung des Ueberzugs durch Alkohol in Wasser liegend. Optischer Längsschnitt. Innenwandschläuche zwischen die Schraubenwindungen tretend.

Fig. 18. Aelterer Entwickelungszustand. Sonst wie vorige Figur.

Fig. 19, 20. Weiter vorgeschrittene Entwickelung. Optischer Längsschnitt. Die Präparate nach Entfernung des Ueberzugs durch Alkohol in sehr verdünnter Kalilösung liegend.

Fig. 21. Carpogon mit seinen Verzweigungen durch Druck isolirt aus einem mit diluirter Kalilauge behandelten Perithecium von dem ohngefähren Entwickelungszustand des in Fig. 19 dargestellten.

Fig. 22. Fast reifes Perithecium nach Entfernung des gelben Ueberzugs durck Alkohol unversehrt unter leisem Druck in Wasser liegend, optischer Längsschnitt. Asci, zum Theil schon Sporen enthaltend und Füllgewebe durch die wasserhelle Wand mehr oder minder deutlich durchschimmernd.

Fig. 23. Gewebeportionen durch Druck aus dem Innern erwachsener unreifer Perithecien unter Wasser isolirt. *A* aus einem noch keine Sporen enthaltenden, *B* aus einem schon mit einzelnen sporenführenden Ascis versehenen Exemplar. $f =$ Füllgewebe, $h =$ ascusbildende Hyphen, z. Th. mit jungen Ascis. *a* sporenführender, durch den Druck verletzter, a' bei der Präparation geplatzter und entleerter Ascus.

Fig. 24. Aus einem noch etwas jüngeren Perithecium als 23 *A*. Die Buchstaben *h* und *f* bedeuten das nämliche wie in Fig. 23.

Fig. 25. Asci, unversehrt unter Wasser, aus einem der Reife nahen Perithecium; einer erst halbwüchsig, die übrigen mit je 8 Sporen. Entwickelungsfolge nach den Buchstaben *a*—*c*.

Fig. 26. Reife, isolirte Ascosporen, *a* von der Fläche, die übrigen von der Kante gesehen.

Tafel IX.

Alle Figuren nach 600facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1—8 Podosphaera Castagnei von Melampyrum silvaticum.

Fig. 1. Carpogonium und Pollinodium.

Fig. 2. Dieselben Organe mit Beginn der Umwachsung des Carpogons durch die Hüllschläuche.

Fig. 3. Hülle geschlossen, Aussenwand angelegt. Beginn des Hervorsprossens der Innenwand-Schläuche aus den Zellen der Aussenwand. Durch die Hüllen schimmert das noch ungetheilte Carpogon hindurch. *p* Endzelle des Pollinodiums.

Fig. 4 u. 5. Aehnliche Entwickelungstadien wie 3. Optischer Längschnitt. In Fig. 4 Carpogon noch ungetheilt, in Fig. 5 in Ascus und Stielzelle getheilt.

Fig. 6. Etwas älteres Exemplar, optischer Längsschnitt. Die in diesem besonders deutlich hervortretenden Hyphen der Innenwand sind in der Zeichnung besonders hervorgehoben.

Fig. 7. Myceliumfaden mit einem Haustorium an einer Epidermiszelle vom Mittel-Nerven der Blattoberseite des Melampyrum. Flächenansicht.

Fig. 8. Verticalschnitt durch dieselbe Epidermis; ein Haustorium in der einen Zelle und im Zusammenhang mit dem aussen befindlichen Mycelfaden.

Fig. 9 u. 10. Podosphaera Castagnei von Impatiens nolitangere.

Fig. 9. Geschlechtsorgane und erste Anfänge der Hülle.

Fig. 10. Epidermiszelle von einem Nerven der Blattunterseite von Impatiens, in Flächenansicht, mit einem schräg eintretenden und von einer zapfenförmigen Vortreibung der Aussenwand umgebenen Haustoriumröhrchen, das nach innen keine blasige Erweiterung hat.

Fig. 11. Podosphaera Castagnei von Taraxacum.

Die Hüllschläuche haben den Scheitel des Ascogons beinahe erreicht. *p* Endzelle des in dem Präparat hinten oder unten liegenden Pollinodiums. Protoplasma des Ascogons contrahirt.

Fig. 12—19. Erysiphe Umbelliferarum von Angelica silvestris.

Fig. 12. Mycelfaden mit einem Conidienträger und zwei Pollinodien, jedes der letzteren mit einem von je einem anderen Mycelfaden getragenen Carpogon vereinigt.

Fig. 13. Mycelfaden mit einem Conidienträger und dicht neben diesem entspringenden Ascogon, letzteres mit einem von einem anderen Faden getragenen Pollinodium vereinigt.

Fig. 14. Carpogon mit dasselbe umwachsenden Hüllschläuchen.

Fig. 15. Junges Perithecium. Carpogon durchschimmernd durch die Aussenwand und die aus dieser hervortretenden Anfänge der Innenwand.

Fig. 16. Optischer Längsschnitt durch ein ähnliches Exemplar. Innenwand noch nicht sichtbar.

Fig. 18. Optischer Längsschnitt durch ein bedeutend älteres Exemplar (Durchmesser desselben = 49 μ) die ascusbildende Hyphe durch die schon mehrschichtige Wand durchschimmernd, wenn auch nicht alle ihre Verzweigungen deutlich unterscheidbar sind.

Fig. 19. Schlauchbildende Hyphe aus einem etwas grösseren Perithecium als 18, nach Einwirkung von Ammoniak durch Druck isolirt.

Fig. 20—26. Erysiphe Galeopsidis (Tetrahit).

Fig. 20. Erste Anlage der Geschlechtsorgane.

Fig. 21. Geschlechtsorgane: Ascogonium von dem oben (rechts) verlaufenden, Pollinod von dem unteren der beiden gekrenzten Mycelfäden entspringend. Ascogon mit einer Querwand; unterhalb dieser ein Hüllschlauch hervorsprossend und das Pollinodium umfassend. Fig. 21 b, ähnlicher etwas jüngerer Zustand.

Fig. 22. Carpogonium von dem unten, Pollinodium von dem oben verlaufenden Faden entspringend, jenes schräg gegen seinen Scheitel gesehen. An der dem Beobachter zugekehrten Seite ein die Basis umfassender, 4 Zweigausstülpungen treibender Hüllschlauch. (Ein ähnlicher ist unten, auf der dem Beobachter abgewendeten Seite.

Fig. 23. Junges Perithecium von oben gesehen. Aussenwand geschlossen, die Innenwandbildung beginnend, Carpogon durchschimmernd. Grösster Durchmesser des Exemplars 29,7 μ.

Fig. 24. Wenig älteres Exemplar (grösster Durchmesser 36 μ) von der Seite gesehen, opt. Längsschnitt.

Fig. 25. Aelterer Zustand, Wand schon vielschichtig, optischer Querschnitt.

Fig. 26. Optischer Längsschnitt eines noch weiter vorgeschrittenen Peritheciums (Durchmesser 53 μ) Schlauchhyphe deutlich verzweigt.

Tafel X.

Fig. 1—6. Erysiphe Umbelliferarum; 1—5 von Anthriscus silvestris, 6 von Angelica silvestris.

Fig. 1—3 (375). Keimung der auf die Epidermis des Anthriscus gesäeten Conidien, 48 Stunden nach der Aussaat. 3 der auf 1 und 2 folgende Entwickelungszustand.

Fig. 4 u. 5 (600). Myceliumfäden (in 4 mit einem alten Conidienträger) Haustorien ins Innere der Epidermiszellen treibend. Von der Blattunterfläche.

Fig. 6. Asci aus einem reifen Perithecium mit der sie tragenden Zellgruppe durch Druck isolirt. Einer der ursprünglich vorhandenen Asci ist bei der Präparation abgerissen. Vergr. gegen 300.

Fig. 7—14. Erysiphe communis von Trifolium medium.

Alle bei 600facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 7. Carpogonium und Pollinodium auf 2 sich kreuzenden Mycelfäden.

Fig. 8. Optischer Längsschnitt durch ein junges Perithecium (Durchm. 39,5 μ), das gekrümmte septirte Carpogon deutlich.

Fig. 9. Schräger optischer Medianschnitt durch ein 56 μ grosses Exemplar. Carpogon deutlich büschelig verzweigt.

Fig. 10. Optischer Längsschnitt durch ein 59 μ grosses Exemplar.

Fig. 11 (zu gross gezeichnet). Das aus dem Perithecium Fig 10 durch Druck isolirte verzweigte Carpogon, von oben, d. h. seiner dem Perithecium-Scheitel zugekehrten Seite her gesehen.

Fig. 12. Carpogon mit 6 Ascus-Anlagen aus einem weiter entwickelten Exemplar, wie das Vorige. Seitenansicht.

Fig. 13. Aus demselben Exemplar wie Fig. 12: Verzweigte, hellgelbes Protoplasma führende Hyphen der Innenwand, durch Druck isolirt.

Fig. 14. Stück des verzweigten Carpogons mit jungen Asci, durch Druck isolirt, aus einem 99 μ grossen Perithecium.

Fig. 15, 16. Erysiphe lamprocarpa.

Fig. 15 (375). Sämmtliche Asci eines der Reife nahen Peritheciums, in ihrem Zusammenhange durch Druck isolirt (der eine geplatzt und entleert). Von Sonchus asper.

Fig. 16 [300]. Asci, 2 mit reifen Sporen, in ihrem Zusammenhange durch Druck freigelegt, von den übrigen in dem Perithecium enthaltenen abgerissen. Von Lappa tomentosa.

Fig. 17, 18. Erysiphe Populi.

[275]. Skizzen, mediane optische Querschnitte zweier reifer Perithecien, nach ganz frischen, unter Wasser liegenden Exemplaren, die lückenlose und feste Berührung der 6 u. 7 Asci untereinander zeigend.

Tafel XI.

Cicinnobolus Cesatii, Fig. 1—9 von Erysiphe Galeopsidis (Tetrahit) Fig. 11—16 von E. Mougeotii (Lycii).

Vergr. 600.

Fig. 1. Erysiphe-Faden mit 2 Conidienträgern. Mycelium von Cicinnobolus durch alle Zellen mit Ausnahme des Aestchens *a* verlaufend; in dem Conidienträger *c* die die Pycnidenbildung einleitende Verzweigung beginnend. In *b* die Pycnidenwand in den 2 untersten Zellen fertig angelegt, noch farblos; obenauf 2 von Cicinnobolus freie Conidien, die untere collabirt, die obere noch normal (während der Beobachtung unter Wasser nahm sie das Aussehen der untern auch an).

Fig. 2. Erysiphe-Faden, von Cicinnobolus durchsetzt mit Ausnahme der 2 Aestchen *a*, *b* und des Astendes *c*. *d*, *f* zweizellige, aufrechte dicke Aeste — wohl beginnende Conidienträger; in *f* ein Cicinnobolus-Faden eingetreten und im Scheitel umbiegend, in *d* die untere Zelle in eine (noch farblose) Pycnide umgewandelt, die obere einen von Cicinnobolus erfüllten Scheitelanhang darstellend.

Fig. 3. Stück eines Erysiphe-Fadens von Cicinnobolus durchsetzt. Bei *a* tritt nach etwa 7stündigem Liegen des Präparats in Wasser ein Ast des Cicinnobolus, den Wirthfaden durchbrechend, ins Freie.

Fig. 4, 5. Junge Pycniden, noch farblos, Oberflächenansicht. Vgl. Fig. 1, 2. Bei Fig 5 beginnt oben ein Cicinnobolus-Faden aus der Erysiphezelle vorzubrechen nach etwa 3stündigem Liegen des Präparats in Wasser. Er ist um 1 Uhr Mittags 8,5 μ, 2 Stunden später schon 18 μ lang. Einige Stunden später als dieser erste Faden treiben aus den Zellen der Pycnidenwand zahlreiche Schlauche nach allen Seiten aus.

Fig. 6. Aeltere Pycnide, vgl. Fig. 1. Wand schon braun. Oberflächen-Ansicht.

Fig. 7. Aehnliches Exemplar, ohne Scheitelanhang, noch farblos.

Fig. 8. Kleine fast reife Pycnide, Oberflache und optischer Längsschnitt; in letzterem die der Wand ansitzenden Stylosporen deutlich.

Fig. 9. Etwas schräger Querschnitt durch eine reife Pycnide.

Fig. 11. Reife, langgestielte Pycnide von aussen gesehen; in ihrem Stiel und dem ihn tragenden Erysiphe-Faden ist Dauermycelium des Cicinnobolus. Bei *e* die Wand des Erysiphe-Fadens von diesem noch unterscheidbar; bei *a* beginnende Verzweigung des Dauermycels.

Fig. 12. Alte entleerte Pycnide, ihr Stiel und der tragende Erysiphe-Faden von Dauermycelium erfullt. In der Zelle *a* ist die Wand der Erysiphe noch um letzteres sichtbar; die collabirten Zellen *e* sind frei von Cicinnobolus.

Fig. 13. Dauermycelfaden, seinen Wirth total erfüllend, 6 zarte Zweige (in Wasser) treibend.

Fig. 14, 15. Ebensolche Fäden, Mycelium und Conidienträger der Erysiphe erfüllend, von der Membran des Wirthes an vielen Stellen deutlich umscheidet.

Fig. 16. Scheibenförmiger in der Epidermis liegender Anhang eines alten Cicinnobolusfadens, mit letzterem losgerissen von der Innenseite (in Beziehung auf das Lycium-Blatt) gesehen.

Tafel XII.

Fig. 1 — 4. Erysiphe Mougeotii. Vergr. 375.

Keimung der Conidien auf der Blattunterfläche von Lycium barbarum, Fig. 1, 2: 36—40 Stunden nach Aussaat. In 1 und dem grössten Exemplar von 2 hat der erste Keimschlauch ein Haustorium in eine Epidermiszelle getrieben; neben diesem liegt der Zellkern der Epidermiszelle. Fig. 3 und 4 von derselben Cultur wie 1 u. 2, 48 Stunden älter als diese.

Fig. 5 (600) Cicinnobolus Cesatii.

Myceliumfaden in jungem Mycelium von Erysiphe Galeopsidis (Tetrahit).

Fig. 6 — 13. Stylosporen und ihre Keimung von Cicinnobolus Cesatii.

Fig. 6 (600). *a* spontan gekeimte Conidie von E. Mougeotii, verzweigte Mycelschläuche treibend, welche mit 3 Haustorien in die Epidermiszellen befestigt sind. Bei dem oberen Haustorium, auf der Conidie, und besonders auf dem Aste *a* keimende Stylosporen (von Pycniden, welche auf E. Mougeotii gereift waren), deren Keimschläuche in die Erysiphe eindringen. Das Präparat 16—18 Stunden nach Aussaat der Stylosporen auf die Erysiphe gezeichnet.

Fig. 7. (600). Eindringende Keimschläuche von Cicinnobolus in genauer Profilansicht, von anderen Stellen desselben Präparats wie Fig. 6.

Fig. 8 (600). Mycelfäden von E. Galeopsidis (Tetrahit) mit eingedrungenen Keimen von (auf derselben Erysiphe gereiften) Cicinnobolus-Stylosporen; etwa 14 Stunden nach Aussaat letzterer auf die Erysiphe.

Fig. 9 (600). Conidien von Erysiphe Umbelliferarum (Anthrisci silvestris) auf feuchtem Objectträger keimend. Keimschläuche von Cicinnobolus-Stylosporen die auf E. lamprocarpa (Cynoglossi officinalis) gereift waren in sie eindringend, 20—24 Stunden nach Aussaat der beiderlei Sporen.

Fig. 10 [300]. Reife ausgetretene Cicinnobolus Stylosporen (von Erysiphe Galeopsidis Tetrahit.)

Fig. 11 [300]. Ebensolche von derselben Erysiphe und

Fig. 12 (600) von Erysiphe Mougeotii (Lycii) frisch auf Wasser gesäet, keimend, 24—72 Stunden nach der Aussaat gezeichnet.

Fig. 13 (375). Ebensolche von E. Galeopsidis Tetrahit, nach dreimonatlicher Trockenaufbewahrung auf Wasser gesäet, 48 Stunden nach der Keimung. Keimschläuche späterhin durch Querwände in kurze, an beiden Enden etwas anschwellende Glieder getheilt.

Berichtigungen.

Die beiden Anmerkungen auf Seite 3 sind umzustellen; der unteren kömmt Nummer 1), der oberen 2) zu.

Seite 27 lies auf der Naturforscher-Versammlung statt auf Nat. . . . .

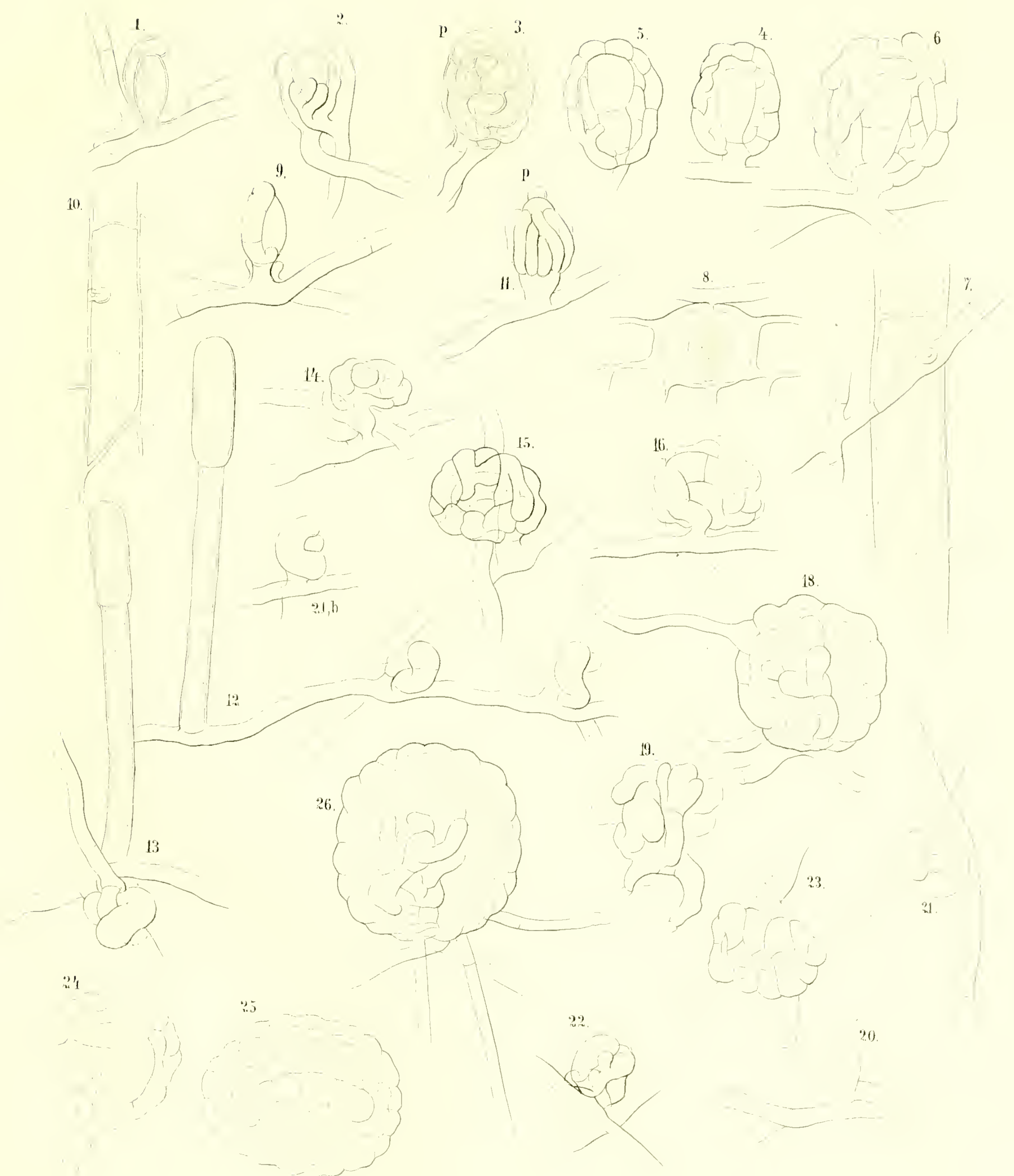
Seite 28 Zeile 10 von unten lies durch ihre Gestalt, statt durch in ihre

Taf. VII.

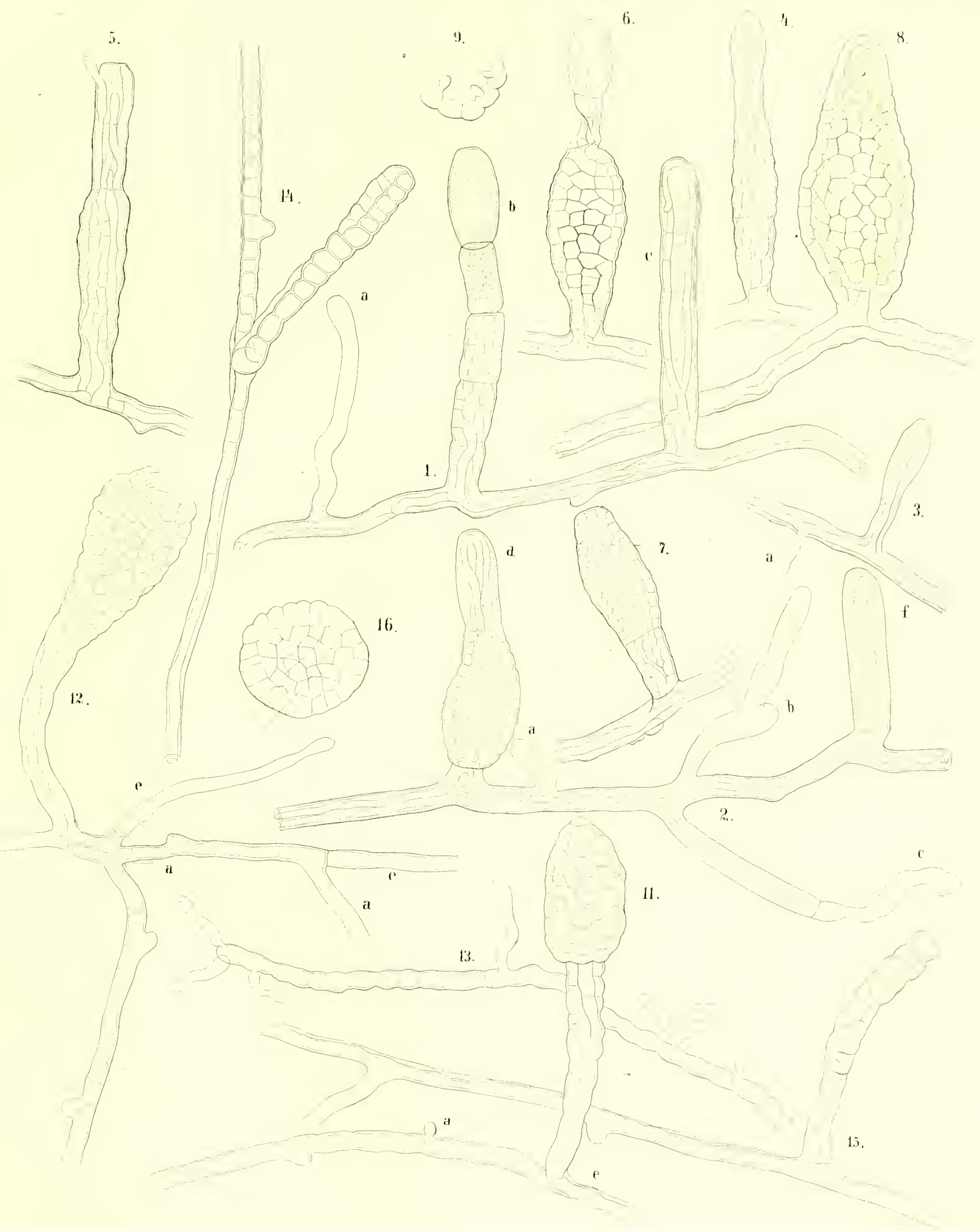
Gez. v. De Bary.

Taf. VIII.




1.
2.
p 3.
5.
4.
6
9.
p
10.
11.
8.
7.
14.
15.
16.
21,b
18.
12.
19.
26.
13
23.
21.
24
25
22.
20.


7.
8.
9.
10.
11.
15.
14.
12.
13.
18.
6.
2.
17.
16.
5.
1.
4.
3.


5.
14.
9.
6.
4.
8.
b
a
c
1.
3.
a
d
7.
16.
f
12.
b
a
e
2.
a
e
c
a
11.
13.
a
e
15.


9.
2.
1.
3.
12.
10.
11.
4.
13.
8.
7.
5.
a
6.
a

